

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de Oftalmología y Otorrinolaringología



TESIS DOCTORAL

**Efectividad de la utilización del retinógrafo no midriático y la
telemedicina en el diagnóstico de la retinopatía en pacientes diabéticos
tipo I y II de Arica, Chile**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Cristian Rodrigo Chávez Pizarro

Directores

**Rosa de Hoz Montañana
M^a Blanca Rojas López
José M. Ramírez Sebastián**

Madrid, 2018

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

Programa de Doctorado en Ciencias de la Visión

Departamento de Oftalmología y ORL

Instituto de Investigaciones Oftalmológicas Ramón Castroviejo



**EFFECTIVIDAD DE LA UTILIZACIÓN DEL
RETINÓGRAFO NO MIDRIÁTICO Y LA
TELEMEDICINA EN EL DIAGNÓSTICO DE LA
RETINOPATÍA EN PACIENTES DIABÉTICOS TIPO I Y II
DE ARICA, CHILE**

Cristian Rodrigo Chávez Pizarro

Directores:

Prof. Rosa de Hoz Montañana (MD)

Profesora Titular del Departamento de Oftalmología y ORL

Facultad de Óptica y Optometría

Universidad Complutense de Madrid

Prof. M^a Blanca Rojas López (MD)

Profesora Titular del Departamento de Oftalmología y ORL

Facultad de Medicina

Universidad Complutense de Madrid

Prof. José M. Ramírez Sebastián (MD)

Catedrático del Departamento de Oftalmología y ORL

Facultad de Medicina

Universidad Complutense de Madrid

Madrid, 2016



Dña. **Rosa de Hoz Montañana**, Profesora Titular del Departamento de Oftalmología y ORL de la Facultad de Óptica y Optometría de la Universidad Complutense de Madrid

Dña. **M^a Blanca Rojas López**, Profesora Titular del Departamento de Oftalmología y ORL de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid

D. **José Manuel Ramírez Sebastián**, Catedrático del Departamento de Oftalmología y ORL de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid

AUTORIZAN:

La presentación de la Tesis Doctoral titulada **“Efectividad de la utilización del retinógrafo no midriático y la telemedicina en el diagnóstico de la retinopatía en pacientes diabéticos tipo I y II de Arica, Chile”**, realizada por D. **Cristian Rodrigo Chávez Pizarro**, bajo nuestra inmediata dirección y supervisión, para su evaluación y la obtención del grado de Doctor por la Universidad Complutense de Madrid.

Y para que conste donde fuera necesario, expiden y firman el presente certificado en Madrid a 23 de diciembre del dos mil dieciseis.

Fdo. Prof. Rosa de Hoz Montañana

Fdo. Prof. M^a Blanca Rojas López

Fdo. Prof. José Manuel Ramírez Sebastián

ÍNDICE

Pág.

Resumen	15
Objetivos.....	16
Material y métodos.....	16
Resultados.....	16
Conclusiones.....	17
Palabras clave.....	18
Summary.....	19
Organización general de la tesis	23

1 INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades en Salud.....	29
1.2. Entorno y modelos de Salud en Chile.....	31
1.3. Diabetes Mellitus, fisiopatología y RD.....	42
1.4 Manifestaciones de la RD	58
1.5 Detección de la RD.....	68
1.6 Telemedicina.....	74

2 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

2.1 Justificación e hipótesis.....	93
2.2 Objetivo General	94
2.3 Objetivos Específicos	94

3 MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Diseño.....	97
3.2 Población objetivo	97

3.3 Muestra	97
3.4 Criterios.....	99
3.5 Tamaño de la muestra	99
3.6 Instrumento para recolección de información y procesamiento de los datos.....	100
3.7 Análisis de los datos	100
3.8 Método.....	103

4 RESULTADOS

4.1.1 Edad Media de la muestra.....	109
4.1.2 Distribución de la muestra según la edad de los participantes.....	110
4.1.3 Tiempo de padecimiento de la enfermedad.....	110
4.1.4 Tiempo de evolución de la diabetes mellitus.....	111
4.1.5 Prevalencia de opacidad de medios detectada en personas de la muestra en estudio.....	112
4.2.1 Prevalencia de RD en la muestra en estudio.....	113
4.2.2 Distribución de la frecuencia de RD por ojo.....	113
4.2.3 Correlación del grado de RD	114
4.2.4 Tiempo de evolución de la DM en personas con RD.....	114
4.2.5 Distribución de la RD según el tipo.....	115
4.2.6 Distribución de la RD según su grado de evolución	115
4.2.7 Distribución de la RD según el tipo de DM.....	116
4.2.8 Relación entre años de DM y el grado de severidad de la RD.....	117
4.2.9 Distribución por sexo y grado de severidad RD.....	118

4.2.10 Distribución de la severidad de la RDNP y RDP y frecuencia en OD y OI en población con DM y población con RD.	119
4.2.11 Prevalencia de Edema Macular según ojo y severidad de RD...	120
4.3.1 Especificidad de la prueba entre profesionales.....	121
4.4.1 Determinación de la Sensibilidad y Especificidad del retinógrafo y la telemedicina por el Tecnólogo Médico en Oftalmología.....	123
4.5.1 Determinación de los costes del sistema de cribaje por Telemedicina.....	125
4.5.2 Comparación de costes entre profesionales.....	128

5 DISCUSION

5.1 Participación y selección de la muestra por cuota.....	133
5.2 Diabetes mellitus y RD.....	140
5.3 Método de cribaje en el diagnóstico de la RD.....	142
5.4 Prevalencia de la RD en la población de estudio.....	151
5.5 Consideraciones económicas y de efectividad del método diagnóstico.....	155
5.6 Limitaciones del estudio.....	164

6 CONCLUSIONES169

7 BIBLIOGRAFÍA.....171

8 ANEXOS201

Dios no juega a los dados.

Albert Einstein

Agradecimientos

Ana I. Ramírez Sebastián, gracias por la sonrisa y el aliento.

Juan José Salazar Corral, gracias por enseñarme a cortar la pierna de jamón serrano como si fuera un microquerátomo.

José Manuel Ramírez Sebastián, gracias profesor, siempre maestro, siempre dispuesto al consejo. Gracias por transmitir humildad, conocimiento y experiencia.

Alberto Triviño Casado, gracias por preocuparse siempre de cómo estaba el chileno.

Blanca Rojas López, gracias eternas por las palabras profundas en momentos simples y complejos. El tiempo es relativo, por lo que conocer y apreciar a las personas solo depende de los momentos. Gracias por la calidez y hacerme sentir en casa.

Rosa de Hoz Montañana, gracias por tu constante apoyo, paciencia y ayuda. Gracias por aceptarme y permitirme sentir cariño familiar.

Bea, gracias por darte el tiempo de responder cada interrogante que tuve. Gracias por ser como mi hermana y por dejar que las conversaciones fluyeran.

Elena, Judith y Maite, gracias por compartir el día a día y siempre ofrecerme ayuda.

Desi, gracias por tu paciencia. Aún espero hacer perfusión en Chile.

Papá, gracias a la eternidad por haber dado todo tu esfuerzo para educarme.

Mamá, gracias infinitas por tu amor, apoyo, sacrificio y esfuerzo.

A mi padre, mi madre y mi hermano.

RESUMEN

Título

Efectividad de la utilización del retinógrafo no midriático y la telemedicina en el diagnóstico de la retinopatía en pacientes diabéticos tipo 1 y 2 de Arica, Chile.

Introducción

El crecimiento económico globalizado asociado a la ampliación de desigualdades y exclusión social, hacen que los determinantes sociales en salud deban enfrentarse de una forma distinta por cada uno de los gobiernos y de sus sistemas sanitarios (*Thielmann et al. 2005*). En Chile, el modelo de Salud Familiar tiene por objetivo otorgar y mantener la salud de los individuos y comunidades a través de la prevención, la promoción y el control sanitario, bajo las directrices ministeriales de salud (*Raña et al. 2007*).

En la actualidad, la Diabetes Mellitus (DM) es uno de los problemas de salud más graves de la sociedad, y en Chile en los últimos 30 años se ha observado un aumento de su prevalencia, lo que significa un alto coste económico para el país. Adicionalmente, la DM produce complicaciones sistémicas en diferentes órganos, lo que empeora la calidad de vida de las personas; una de ellas es la Retinopatía Diabética (RD) y es sabido que las enfermedades visuales, conllevan desventajas económicas a los individuos, sus familias y a las sociedades. En Chile, la baja cantidad de Médicos especialistas y las extensas distancias, determinan que la detección precoz de RD sea deficiente, aumentando la probabilidad de complicaciones retinianas y de pérdida visual. El auge de nuevas tecnologías, tales como la telemedicina, el uso de retinografías realizadas por los Tecnólogos Médicos de Oftalmología y los

teléfonos inteligentes con algunos accesorios, permite generar nuevas oportunidades para evaluar el fondo de ojo. Las nuevas tecnologías ofrecen una oportunidad de evaluar la efectividad del cribaje de RD, al tiempo que disminuyen los costes, aumentan la cobertura y mejoran la equidad y el acceso a la salud.

Objetivo

El objetivo de esta tesis doctoral es determinar la eficiencia y la eficacia del uso del retinógrafo no midriático y la telemedicina en la detección de la Retinopatía Diabética en personas con Diabetes Mellitus tipo 1 y 2.

Material y métodos

Se realizó una retinografía a 4.172 personas con DM tipo 1 y 2, pertenecientes a 7 consultorios de la ciudad de Arica, Chile. Se seleccionó por cuota y se determinó y clasificó a las personas con RD mediante un análisis cuali-cuantitativo, de tipo comparativo, observacional y analítico. Se realizó una retinografía que fue evaluada por el Tecnólogo Médico de Oftalmología y posteriormente por el Médico Oftalmólogo quien la recibió mediante telemedicina. Ambos resultados se analizarán para valorar la sensibilidad y eficiencia de los resultados de la prueba gracias a la telemedicina.

Resultados

La edad media de la muestra fue de 62 años y un promedio de evolución de la DM de 8,1 años. De las 4.172 personas con DM incluidas en el estudio, 567 (13,6%) padecían RD, mientras que los pacientes sin signos de RD fueron 3.605 personas (86,4%). Entre aquellas personas con RD en al menos

uno de los dos ojos, la mayor frecuencia (27.0%) presentaba un tiempo de evolución de DM de 0 a 5 años. Se encontraron 531 personas con Retinopatía Diabética no Proliferativa (RDNP) y de ellas, el 23% (122) padecía DM tipo 1 y el 77% (409) padecía DM tipo 2. De los 36 pacientes que tenían Retinopatía Diabética Proliferativa (RDP), el 58,3% (21) padecía DM tipo1 y el 41,7% (15) padecía DM tipo 2. En los sujetos que padecían RD en ambos ojos, el grado de correlación respecto de la severidad, fue alta ($Kappa=0,641$). Del total de pacientes con RD, 72 (12.69%) de ellos presentabana edema macular.

La comparación de los diagnósticos emitidos por ambos profesionales para el cribaje de la RD tuvo una Sensibilidad del 95,23% y una Especificidad del 98.39%, en tanto la eficiencia alcanzó un 97.96%.

Con el uso del retinógrafo y la telemedicina, junto a la atención del Tecnólogo Médico, el modelo se muestra eficiente ya que el coste por hora se redujo en un 83,9% (equivalente a 43 € por hora), lo que en 4 meses fianciaría la inversión inicial del equipamiento para el modelo de cribaje por telemedicina.

Conclusiones

1. Este estudio sobre el uso del retinógrafo y la telemedicina para el cribaje de la RD, determinó que el modelo propuesto posee una sensibilidad del 95,23%, una especificidad del 98,39% y una eficiencia del 97,96% en la detección de la RD.
2. Se estima que la utilización de la telemedicina y la participación del Tecnólogo Médico de Oftalmología en el cribaje de RD, reduciría los costes en un 83,9%, equivalente a 43 € por hora. Esta reducción en los costes permitiría financiar la inversión inicial del equipamiento

para implementar el modelo de cribaje por telemedicina, en tan solo cuatro meses.

3. La telemedicina permite aumentar el número de atenciones por hora en comparación al modelo de diagnóstico tradicional, siendo un complemento o un reemplazo de las actuales prácticas y estructuras de salud. Esto hace que sea un coadyuvante, mejorando el acceso y la cobertura a una atención de mayor calidad y a menor coste.
4. La aplicación de la telemedicina, es una buena herramienta para el cribado de la RD durante la atención primaria, ya que permite su seguimiento y evaluación.
5. La efectividad que significa el uso del retinógrafo y la telemedicina, representa una oportunidad para el paciente y para el sistema sanitario previniendo pérdidas de visión y evitando la ceguera, disminuyendo los costes y reforzando la detección precoz, derivación oportuna y equidad.
6. El Tecnólogo Médico con especialidad en Oftalmología, es un profesional del equipo de salud visual con la capacidad de liderar el cribaje de la RD desde la atención primaria.

Palabras Clave: Telemedicina, retinógrafo no midriático, retinografía, retinopatía diabética, diabetes mellitus.

Summary

Title

The effectiveness of the use of non-mydratic retinography and telemedicine in the diagnosis of retinopathy in type 1 and 2 diabetic patients of Arica, Chile.

Introduction

The globalized economic growth associated with the widening of inequalities and social exclusion establishes that the social determinants of health must be faced in different ways by each government and their health systems (*Thielmann et al., 2005*). In Chile, the Family and Community Health Model aims to provide and maintain the health of individuals and communities through prevention, promotion and health control, under the Ministry of Health guidelines (*Raña et al., 2007*).

Currently, Diabetes Mellitus (DM) has become one of the most serious health problems in our society; in Chile for the past 30 years, a sustained increase in its prevalence has been observed, which means a high cost for the country. Additionally, DM produces systemic complications in different organs, which worsens quality of life; one of such complications is Diabetic Retinopathy (DR) and it is known that ocular diseases carry profound economic disadvantages to individuals, their families and societies. In Chile, the low number of physician specialists and the great distances determines that early detection of DR is inadequate, increasing probabilities of retinal complications and visual loss. With the rise of new technologies, such as telemedicine, the procurement of images from retinographies performed by an Ophthalmic Medical Technologist and smartphones with accessories, an opportunity has been created to evaluate the

effectiveness of DR screening and at the same time, reduce costs, increase coverage, improve equity and access to health.

Objective

The main purpose of this dissertation is to determine the efficiency and effectiveness of the use of non-mydratic retinography and telemedicine in the detection of Diabetic Retinopathy in people with type 1 and 2 Diabetes Mellitus.

Material and methods

Retinographies were performed on 4.172 individuals with type 1 and 2 DM, belonging to 7 clinical centers in the city of Arica, Chile. Selection of individuals for this project was made by quota sampling; DR was determined and classified using a quantitative, comparative, observational and analytical method. A retinography was performed which was evaluated by an Ophthalmic Medical Technologist, and later by the Ophthalmologist using telemedicine. Both results were analyzed to assess the sensitivity and efficiency of the test results obtained via telemedicine.

Results

The mean age was 62 years with an average progression time for DM of 8.1 years. Out of 4.172 people with DM, 567 had DR (13.6%) while patients without DR were 3.605 (86.4%). Among those with DR affecting at least one eye, the highest frequency (27.0%) had a progression time of DM from 0 to 5 years. A total of 531 individuals with Non-Proliferative Diabetic Retinopathy (NPDR) were classified, of which 23% (122) had type 1 DM, and 77% (409) had type 2 DM. Of the 36 patients with Proliferative Diabetic Retinopathy (PDR), 58.3% (21) had type 1 DM, and 41.7% (15) had type 2 DM. In subjects with DR in both eyes,

the degree of correlation regarding severity was high (Kappa = 0.641). Of the total number of patients with DR, 72 (12.69%) had macular edema.

The comparison of the diagnosis issued by both professionals for the screening of DR had a sensitivity of 95.23% and a specificity of 98.39%, while efficiency reached 97.96%.

The use of retinography and telemedicine by the Medical Technologist is an efficient model since the cost per hour was reduced by 83.9% (which is equivalent to 43 € per hour), which in 4 months would fund the initial investment of equipment for the telemedicine screening model.

Conclusions

1. This study on the use of the retinography and telemedicine in the screening of the DR, determined that the proposed model has a sensitivity of 95.23%, a specificity of 98.39% and an efficiency of 97.96% in the detection of DR.
2. It is estimated that the use of telemedicine and the participation of the Ophthalmic Medical Technologist in the screening of DR, would reduce costs by 83.9%, equivalent to 43 € per hour. This reduction in costs would fund the initial investment of the equipment needed to implement the telemedicine screening model in just four months.
3. Telemedicine allows increasing the number of attentions per hour compared to the traditional diagnostic model, being a complement or a replacement of current health practices and structures. This makes telemedicine an adjuvant by improving access and coverage to health care that is of higher quality and at a lower cost.

4. Telemedicine is a valuable tool for DR screening during primary care service since it allows monitoring and evaluation.
5. The effectiveness of the use of retinography and telemedicine represents an opportunity for patients to prevent vision loss and avoid blindness, reducing costs and reinforcing early detection, timely referral and equity of the health system.
6. The Ophthalmic Medical Technologist is a professional of the visual health team with the capacity to lead the screening process of DR in primary care services.

Keywords: Telemedicine, retinography, non mydriatic fundus camera, diabetic retinopathy, diabetes mellitus.

Organización general de la tesis

Este proyecto, que demuestra la efectividad del uso de de la telemedicina y el retinógrafo no midriático en la detección precoz de la Retinopatía Diabética, se inicia con una ***introducción*** en la que en primer lugar hace una revisión de las generalidades en salud y el entorno social y administrativo de la salud en Chile. A continuación, se describen las características propias del modelo de salud familiar y del proceso de atención en salud. Este apartado prosigue haciendo mención a la DM, su fisiopatología y sus repercusiones en el ser humano, para luego describir las características de la RD, su fisiopatología y clasificación, para luego finalizar describiendo los métodos de detección y diagnóstico y los nuevos avances en la detección junto al uso de la Telemedicina.

Esta introducción precede al segundo capítulo en el que se explica la ***justificación del estudio, la hipótesis y objetivos*** que han inspirado este trabajo.

En el apartado ***material y métodos***, quedan descritos todos los procedimientos que se realizaron para obtener la información y para la elaboración de este trabajo; desde el diseño del estudio, la determinación de la muestra, la captura de las imágenes, su almacenaje, su resultado y posterior análisis.

A continuación, en los ***resultados***, se exponen mediante el uso de gráficos y tablas, las respuestas a cada uno de los objetivos específicos mencionados.

Con la misma estructuración del apartado anterior, se lleva a cabo una

discusión crítica de los resultados, contrastándolos con las evidencias científicas del campo.

El capítulo de **conclusiones**, recoge los puntos claves derivados de este estudio y finalmente se cierra este trabajo con la **bibliografía** empleada para su realización.

1 INTRODUCCIÓN

1. Introducción

La calidad de vida de las personas depende de su estado de salud, dado que el desarrollo, crecimiento y productividad necesaria para alcanzar su bienestar, depende de estar sano. Los sistemas de salud en el mundo han tenido como objetivo durante muchos años, perfeccionar los métodos diagnósticos y terapéuticos de variadas patologías que afectan a la población. Para alcanzar y garantizar la salud, es necesario desarrollar, readecuar y reorganizar los recursos físicos, humanos o materiales, de tal forma que los niveles de atención funcionen de manera efectiva, partiendo del propio núcleo familiar (*Iniguez et al. 2008*). Con esto, la medicina y sus sistemas de salud se han visto enfrentados a múltiples desafíos, así como a cambios en el contexto social, político y administrativo de cada uno de los países y continentes. La evolución propia de la sociedad, sumado al crecimiento y a los cambios demográficos como la disminución de la natalidad, el aumento de las expectativas de vida y con esto, el incremento de patologías no transmisibles, hacen que los modelos de salud deban ser dinámicos y por lo mismo sean muy diversos en el mundo, debiendo adaptarse continuamente. Dentro de la aparición de nuevas enfermedades y plagas que afectan a la sociedad, destacan el virus de inmunodeficiencia adquirida (VIH), el cáncer, la malaria, las bacterias y otros virus que afectan a centros urbanos. Es importante considerar la longevidad, los cambios de hábitos del hombre, como el sedentarismo por el modelo laboral o la propia adaptación de éste a las nuevas tecnologías, contribuyendo a la aparición de nuevas enfermedades. Las enfermedades crónicas más comunes en la actualidad son la hipertensión arterial (HTA), la hiperlipidemia y la DM. Esta última es una de las patologías más frecuentes en la actualidad, constituyéndose en la cuarta

causa de mortalidad en los países desarrollados (*Wild et al 2004*). Se estima que hay cerca de 347 millones de personas en el mundo que padecen DM, pronosticándose 592 millones en el 2035. Estas cifras están muy por encima de los 366 millones que estimaba la Organización Mundial de la Salud (OMS) para el 2030 (*World Health Organization, 2006; Danaei et al. 2011*).

Entre los países de América Latina, Brasil y Chile destacan por su crecimiento económico acelerado a través de los años 90 y por sus indicadores sociales en las últimas 2 décadas. El ingreso per cápita en Chile durante los años 80 fue similar al de China y Jordania en el año 2010, mientras que el ingreso promedio actual es equivalente al de Polonia o Croacia (basado en el PIB per cápita en dólares, año 2000). Esto hace que los modelos de desarrollo social mejoren la calidad de vida de las personas y que los hábitos alimenticios estén asociados al nivel cultural, haciendo que estos, en personas con mala calidad de vida, no sean los adecuados. En cuanto al índice de desarrollo humano, determinado por la esperanza de vida, la educación e ingreso per cápita, Chile recibió el lugar número 41 en el año 2014, siendo el más alto de toda América Latina (*PNUD, Informe Mundial de Desarrollo humano, 2014*). Esto es consecuencia del aumento de la esperanza de vida de los habitantes del país, que pasó de 69,2 años en 1980 a 76,8 años en el 2000, 78,8 años en el 2010 y 80 años en el 2014. Esta esperanza de vida es equivalente a la de países desarrollados como Dinamarca, Portugal, EE.UU., etc. (*Programa de las Naciones Unidas. 2013*).

Con respecto a la DM, se estima que en Latinoamérica existe entre un 20 al 30% de personas que padecen DM y que tienen afectaciones metabólicas propias de esta enfermedad como la microangiopatía. Dentro de las microangiopatías, una de las más frecuentes junto a la nefropatía diabética, es

la RD, estimándose que cerca del 5% de las personas con DM tienen por esta causa, alto riesgo de ceguera (*Barría et al. 2011*) .

En Chile se estima que aproximadamente el 9,4% de la población padece enfermedades metabólicas como DM, lo cual equivale a más de 1.500.000 personas. Del total de ellos, cerca del 99% padece DM del tipo 2 y el restante de tipo 1 (*Barría et al. 2014; Ministerio de salud de Chile, 2007*).

1.1 Generalidades de Salud

La salud de las personas, no solo se ve afectada por los factores genéticos propios de cada ser humano, sino que además estará influida por los factores de su desarrollo como individuo y con la interacción social, considerando el equilibrio de sus acciones y su forma de vincularse con el ambiente y el entorno que lo rodea. Según el modelo de organización social que ha adaptado el hombre en el mundo, se ha hecho importante la organización y la forma en que lo habita, teniendo que establecer sistemas políticos, jurídicos, administrativos y económicos que influyen directamente en el individuo. Este entorno a través de los años y de las distintas generaciones, fenómenos sociales y conflictos mundiales, ha influido en la salud de las personas. Esta influencia se ha puesto en evidencia en la transición demográfica y el perfil epidemiológico, ya que han cambiado las características biopsicosociales de la población (*Agenda Suramericana de Salud, 2009*).

Esto hace que la salud de los países del mundo dependa del contexto político, económico y de desarrollo humano. En las últimas cuatro décadas, los cambios mundiales como las guerras, intereses económicos de desarrollo propio de cada país, el crecimiento de las tecnologías de la información, la

globalización, la democratización de los estados, los cambios de rol de la sociedad reflejados en la constitución de su núcleo, la familia, y finalmente muchas reformas de los Estados, hacen que se generen crisis en la población y fenómenos de transición y adaptación del hombre al nuevo entorno que genera estrés. La seguridad social, el crecimiento económico globalizado asociado a la ampliación de desigualdades y exclusión social, hacen que los determinantes sociales en salud deban enfrentarse de una forma distinta por cada uno de los gobiernos y de sus sistemas sanitarios, debiendo desarrollar estrategias para facilitar la comprensión de los procesos sociales que impactan sobre la salud y de esta manera intervenir sobre ellos, intentando lograr la equidad en salud (*Thielmann et al. 2005*).

En Chile, los cambios político sociales han influido en el desarrollo económico y administrativo del país. Se han planteado diversas políticas públicas y planes intersectoriales para el desarrollo social, obteniendo resultados parciales importantes en diversas áreas como la disminución de la pobreza, el aumento del empleo, la mejora de las condiciones básicas de las urbanizaciones como la habilitación de agua potable y alcantarillado, entre otras (*Senado de Chile, 2012*). Así también se han desarrollado programas de salud pública que se alejan del actual modelo de desarrollo neoliberal y del proceso de globalización, logrando una integración de programas de derechos y de determinantes sociales en salud que han logrado permanecer en el tiempo y mejorar los indicadores relacionados con el acceso y la cobertura en salud (*Villar, 2007*).

La distribución del modelo de salud en Chile se ha adaptado del modelo de Salud Familiar utilizado en otros países como Cuba. Cerca de nueve millones de personas utilizan el sistema de salud pública administrado por el estado, y

dentro de su organización, dependen de cada Municipio. Ellos disponen de un modelo de Atención Primaria (AP) intersectorial, que tiene por objetivo otorgar y mantener la salud de los individuos y comunidades a través de la prevención, la promoción y el control sanitario, bajo las directrices ministeriales de salud (*Raña et al. 2007*).

De acuerdo con el Ministerio de Salud de Chile, los equipos multidisciplinares de profesionales que desempeñan su labor en los centros de salud (CS), en donde se incluyen los centros de AP, deben brindar los servicios sanitarios de forma integral, continua y equitativa a toda la población adscrita. Por ello, la administración municipal debe cumplir las metas sanitarias, satisfacer expectativas de servicio para la demanda sanitaria, utilizar eficientemente los recursos y reducir la demanda de otros niveles de atención en salud mediante estrategias de prevención y promoción de salud, lo que hace que los equipos profesionales, estén de forma constante reconociendo las necesidades de las personas y considerando sus familias dentro de la atención para mejorar el entorno del paciente (*Téllez, 2006*).

1.2 Entorno y modelos de Salud en Chile

Chile se encuentra organizado político – administrativamente, en 15 zonas territoriales denominadas regiones. Cada una de las regiones tiene su respectiva capital regional. Las regiones están distribuidas de Norte a Sur. Según la nueva distribución político administrativa del año 2012, la décimo quinta región es Arica y Parinacota, con su capital regional en la ciudad de Arica, la ciudad más extrema al norte del país, fronteriza con Perú por el Norte y con Bolivia por el Este. La región está constituida por 2 provincias, la de Arica y la de Parinacota. En ellas,

hay 4 comunas (Arica, Camarones, General Lagos y Putre) con un total de 213.595 habitantes en toda la región (*Instituto Nacional de Estadísticas de Chile, 2012*). La totalidad de habitantes se concentra en zonas urbanas, siendo la comuna de Arica la que acoge al 97,7% del total de habitantes, residiendo sólo un 5,3% de la población en zonas rurales (*Instituto Nacional de Estadísticas de Chile, 2012*).

Como capital regional fronteriza de Perú y Bolivia, Arica protagoniza un activo tránsito de intercambio comercial y cultural con ambos países. La diversidad cultural se refleja en sus propios habitantes, autóctonos de la zona, concentrándose en esta región la mayor población de personas Aymaras o que se reconocen con ascendencia en esta etnia. El idioma propio y sus características sociales, hacen que tengan su propio sistema de medicina y creencias religiosas, que difieren del resto de los habitantes del país. Para su atención, el sistema de salud ha establecido que algunos de los centros de AP sean de atención intercultural, en donde existe validación del lenguaje y aceptación de las creencias propias de la etnia. Estos centros de AP de salud cuentan con facilitadores en la traducción de la lengua y personal que interactúa inclusive en la atención clínica. La región, por ser limítrofe y contar con un puerto comercial e industrial y ser zona libre de Franquicia Aduanera, tiene una gran cantidad de inmigrantes extranjeros, que aumentan la población flotante en la ciudad de Arica, sin disponer esta población de residencia en la región (*Encuesta CASEN 2006, Chile*).

Las adaptaciones propias del país, hacen que uno de los parámetros que ha sido relegado a un plano secundario en el estado de salud integral, es el de las especialidades médicas. Uno de ellos es el que evalúa y trata el sentido de

la visión, lo que hace que la población postergue la consulta de salud o reciba la atención en el momento en que las alteraciones provocan dificultades en el desempeño de sus actividades. Esto queda en evidencia con el elevado número de personas con grandes dificultades de visión para el desempeño de sus actividades, así como personas con ceguera legal a pesar de que muchas de las causas de ceguera son completamente prevenibles (*Organización Mundial de la Salud, 2009*).

Internacionalmente es sabido que las enfermedades visuales conllevan profundas desventajas económicas a los individuos, sus familias y a las sociedades. La productividad de cada país es desarrollada por las personas, las cuales, según su actividad, deben gozar de un estado de salud óptimo para el desempeño las actividades laborales. Varios estudios recientes han cuantificado éstos impactos. Así, Frick y Foster (*Frick et al. 2003*) describen el impacto de la ceguera evitable en la productividad económica global. Ellos estimaron los costos de la ceguera legal y de la baja visión en cerca de \$42 mil millones de dólares en el año 2000. Si esto continuase así, se estima que el año 2020 el costo anual total por estas causas, aumentaría a \$110 mil millones de dólares.

En la actualidad, cerca de 161 millones de personas en el mundo presentan algún tipo de discapacidad visual. Según la OMS, existen 314 millones de personas en el mundo con algún tipo de impedimento visual. Por lo general, la discapacidad visual se produce por enfermedades oculares, alteraciones o defectos de refracción que no son corregidos. De estas personas con discapacidad visual, 45 millones son ciegas y cerca del 90% de ellas, viven en países con bajos ingresos económicos y no desarrollados o en vías de desarrollo (*Gutiérrez et al. 2013*).

Un ojo es considerado ciego si su agudeza visual con corrección es 1/10 (0,1), ó cuyo campo visual se encuentre reducido a 20° (*Crespo, 1980*). Esta clasificación cambia en algunos países, en donde según Herren y Guillemet, en términos de agudeza visual, límite superior de la ceguera legal es en Suecia, de 0,03, Alemania 0,04, Francia y Holanda 0,05 y Canadá, España, Italia, Inglaterra y Estados Unidos de 0,10 (*Hirren et al. 1982*). La baja visión según la OMS es cuando una persona tiene una agudeza visual cuantificada y corregida igual o inferior a 0,3 o 6/18 en el mejor ojo con la mejor corrección posible o también cuando se sobrepasa esa agudeza visual y el campo visual es inferior o igual a 10° en el ojo más sano. La discapacidad visual es toda pérdida o anormalidad en una estructura fisiológica, anatómica o psicológica, lo que hace que se pueda hablar de discapacidad visual como la pérdida total o parcial del sentido de la visión, incluyendo entonces, los conceptos de baja visión y ceguera (*Limburg et al. 2008; Organización Mundial de la Salud, 2009*).

Varios autores (*Lowenfeld, 1948; Wills, 1965 y Foulke, 1965*) coinciden en señalar tres influencias básicas directamente relacionadas con la ceguera: la restricción en el desarrollo, la comprensión más tardía y diferente del mundo y la disminución de las experiencias y relaciones con el entorno. Todo ello determina que, en los ciegos, la capacidad de control sobre el mundo que les rodea sea más limitada. Es importante considerar que el 80 % de los casos de ceguera son evitables, ya sea porque son prevenibles en cerca de un 20% o porque pueden tratarse en el 60% de los casos. Las principales causas de ceguera en el mundo están definidas y son: la Catarata con un 39%, los defectos de refracción no corregidos con el 18%, el Glaucoma con el 10%, la Degeneración Macular Asociada a la Edad (DMAE) con un 7%, la Retinopatía Diabética (RD) con el 4%,

el Tracoma con el 3%, las afecciones oculares infantiles con el 3% y la Oncocercosis con un 0,7% (Fig. 1) (*International Agency for the Prevention of Blindness, 2010 Report; WHO 2010*).

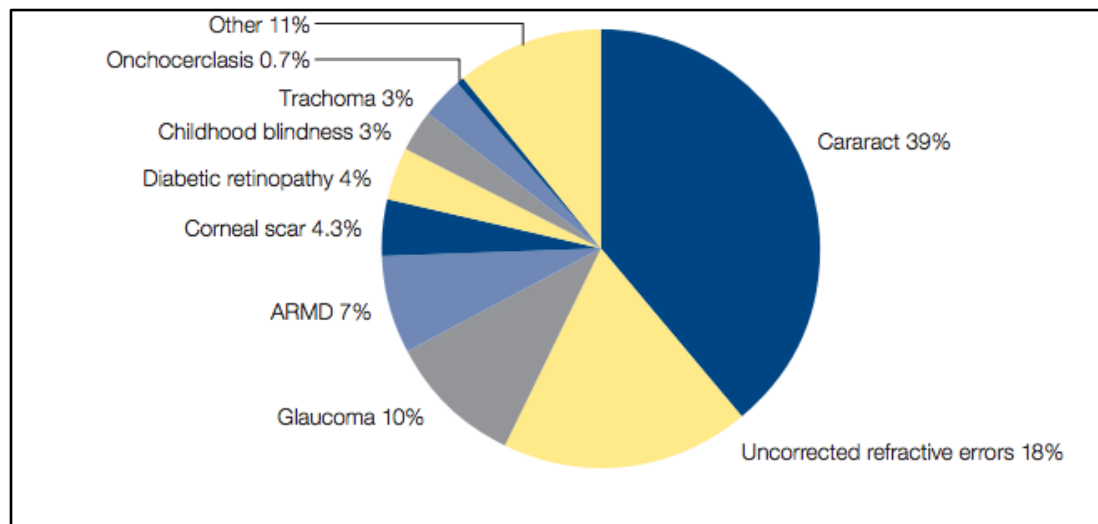


Figura 1. **Distribución de las causas de ceguera a nivel mundial.** Se observan los porcentajes de las enfermedades oftalmológicas y errores de refracción no corregidos (*International Agency for the Prevention of Blindness, 2010 Report*).

A estos indicadores debemos sumar cada año, la detección estimada de 7 millones de nuevos ciegos aproximadamente, que, por lo general, son mayores de 50 años (*Leasher et al. 2014*). Muchas de estas alteraciones son prevenibles o tratables ya que son alteraciones sistémicas o propias de la longevidad de la población, lo que nos orienta a la necesidad de mantener controles periódicos, cuya frecuencia dependerá de acuerdo a los factores de riesgo de las enfermedades sistémicas o al perfil de cada persona.

Los sistemas de salud en el mundo han tenido como objetivo durante muchos años perfeccionar los métodos de diagnóstico y el tratamiento de múltiples patologías que afectan a la población. Sin embargo, desde la década de 1970, los sistemas sanitarios han cambiado el concepto de la salud que no

radica exclusivamente en garantizar el correcto diagnóstico y tratamiento, sino también en procurar que no se desarrolle la enfermedad (*Puentes et al. 2012*).

En la Unión Soviética en el año 1978 se realiza la declaración de Alma Ata, que, ante las condiciones epidemiológicas y demográficas de la época, manifiesta la necesidad de poner en marcha un nuevo modelo de atención en salud, otorgando la responsabilidad de esta a los consultorios o CS distribuidos en cada ciudad. Definen en la declaración que los centros comunitarios estarían encargados de otorgar respuestas efectivas, oportunas y eficientes a las necesidades de salud de las personas y de sus familias, acompañado de las acciones necesarias para contribuir a mejorar el ambiente laboral y el lugar en donde vive y se desarrolla la población. De esta forma, los sistemas de salud, además de contar con grandes Hospitales en las ciudades o urbanizaciones, debían contar con CS que pudiesen acercar la atención a los lugares de residencia o incorporar en los lugares de trabajo, sistemas de chequeos o de control de enfermedades para mejorar el acceso de las personas a la atención en Salud. Con esto, dentro del concepto de la Promoción de la Salud, el modelo se convierte en un nuevo desafío de intervención en la salud de la población, dándole un gran énfasis a la profilaxis e incorporando un enfoque de salud familiar (*Organización Mundial de la Salud, 1978*).

Bajo la declaración de Alma Ata, la AP toma un rol importante en todas las naciones por sus características de accesibilidad, siendo, el lugar idóneo para entregar una atención continuada a los pacientes que padecen enfermedades crónicas y el control de sus familias. Desde esta perspectiva, los equipos profesionales de atención primaria se encuentran en una situación privilegiada para realizar el abordaje y seguimiento de las enfermedades y de sus

complicaciones, aun cuando esto, genere un gran desgaste en el interior de las organizaciones de salud. La necesidad de atención en salud se hace administrativamente más engorrosa ya que para acceder a un especialista es prioritario pasar por la AP, aun cuando se esperaba que fuese un sistema con más agilidad en el acceso y resolutivez clínica en el diagnóstico y tratamiento (*Instituto Nacional de la Salud, Madrid. 2001*). A pesar de las diversas ventajas y desventajas de los cambios en los sistemas de salud, el primer nivel de atención, dentro de un marco renovado de la Atención Primaria de Salud (APS), ha jugado un rol importante en el acceso y cobertura de servicios y en la efectividad del sistema. Con el pasar de los años, los centros de salud de atención primaria en el mundo, han tomado un rol preponderante en la intervención de la salud familiar, siendo fundamental la comprensión del contexto psicosocial del proceso salud/enfermedad. Se debe lograr un soporte continuo en la comunidad a través del equipo de salud de cabecera, que realizará acciones sobre la morbilidad, con contenidos de prevención y promoción dentro de la familia, para que los miembros de ella sean capaces de adoptar sus propias decisiones en salud de manera oportuna y con criterio (*Bass et al. 1986*).

El ejercicio de la Salud Familiar, por tanto, debe interactuar con la red comunitaria llegando a expresarse no sólo en los CS, sino que además en los servicios de urgencias, hogares, juntas vecinales, colegios e inclusive en los propios lugares de trabajo de las personas (*Ransom et al. 1992*). De esta forma, es posible que, potenciando la promoción en salud, el nivel de educación en aspectos del autocuidado aumente en los individuos y sus familias, pudiendo incorporar estos conceptos que ayuden a prevenir enfermedades complejas y

crónicas pudiendo mantener o inclusive mejorar la calidad de vida de las personas (*McWilliam et al. 1999*).

Para ello, dentro del contexto mundial en salud, Chile inició importantes cambios en la administración de los fondos o seguros de salud de las personas, realizando una importante modificación en el año 1979. En este año se creó, además del sistema público de salud, un sistema de salud con seguros privados, denominados Instituciones de Salud Previsional (ISAPRES) que vinculan la cobertura de seguro individual con la capacidad económica de pago de cada persona. Este sistema coexiste con el sistema de seguro público, el único presente antes de la reforma y que es administrado por el estado con el Fondo Nacional de Salud (FONASA). Este Fondo Nacional funciona bajo una perspectiva en la que no puede determinar la capacidad de pago económico de sus usuarios, sin antes determinar la cobertura que se otorgará en salud (*Paraje et al. 2012*). Ambos modelos coexisten en el país, profundizando las brechas sociales, limitando el acceso a la salud de la población y disminuyendo la equidad en salud. Años más tarde, ocurre otro importante cambio en la historia de la Salud de Chile. En el año 2005, con el objetivo de reducir las brechas socioeconómicas existentes en el sistema de salud y sin afectar en gran medida a la dualidad de sistemas de administración de la salud que ha prevalecido desde el año 1979, se genera una reforma de salud denominada Acceso Universal de Garantías Explícitas (AUGE). Esta reforma busca definir condiciones mínimas de acceso de la población a la salud, a un costo razonable y definido por el estado y con una garantía de calidad establecida en tiempos de cobertura, incluyendo el pre diagnóstico, la confirmación diagnóstica y el tratamiento. Muchas de los tratamientos de las enfermedades cubiertas por este programa,

son gratuitas y de acceso libre para las personas pertenecientes al sistema FONASA y con un pago menor del real para las pertenecientes al sistema privado de ISAPRES, dado que ellos tienen la opción de elegir el lugar en donde se realizan la atención en Salud, mientras que los usuarios del sistema público, dependen del lugar asignado según su lugar de residencia. En el contexto político social actual de Chile, que tiene como modelos de administración de la salud de la población ambos sistemas el de ISAPRES y el de FONASA, y después de la incorporación de las reformas en Salud, se han producido en los últimos años un aumento de la equidad en salud, ya que los recursos se han podido administrar en función del nivel socio económico de las personas haciendo que las diferencias tiendan a disminuir (*Infante et al. 2010, Bitran et al. 2010*).

En este contexto es importante reflexionar sobre el ámbito de acción de la salud pública y sus proyecciones, ya que la equidad en salud es uno de los objetivos centrales de los sistemas de salud, lo que lleva a la necesidad de abordar los determinantes sociales de salud con modelos y adaptaciones propios a cada región del país, según las condiciones biopsicosociales, el entorno climático y el económico.

Como ya se ha mencionado, político-administrativamente Chile está dividido en quince unidades territoriales menores llamadas Regiones, las que a su vez están divididas en provincias y finalmente estas divididas en comunas. De ellas, la decimoquinta región, llamada Región de Arica y Parinacota, ubicada en el extremo norte del país dispone del Servicio de Salud Arica, el cual tenía la siguiente cobertura en salud de las personas en el año 2011: bajo el sistema

administrativo de FONASA a un 86,4% de la población regional y bajo el sistema privado de ISAPRES al 13,6% restante Fig. 2 (*Servicio de Salud Arica. 2014*).



Figura 2. **Mapa de la región de Arica y Parinacota.** Se observa la ciudad de Arica y sus comunas aledañas junto al límite fronterizo con Perú y Bolivia (*Instituto Geográfico Militar de Chile, 2012*).

La población inscrita en los establecimientos de atención primaria de salud de la región de Arica y Parinacota en el año 2011 alcanzaba el 86,1% de la población regional (157.776 personas). Los Servicios de Salud de cada región, tienen un Director de Servicio, quien bajo su rol de Gestor de Red y de acuerdo a la Ley 19.937, tiene a cargo la planificación de las actividades de articulación, gestión y desarrollo de la Red de establecimientos de salud, además de la

supervisión, control y evaluación de sus resultados (*Biblioteca Congreso Nacional de Chile. 2004*).

Los establecimientos asistenciales públicos dependientes del Servicio de Salud Arica son:

- Hospital Regional “Dr. Juan Noé Crevani”
- Clínica Dental Móvil
- Casa de Atención del Programa de Reparación y Atención Integral en Salud (PRAIS)
- Dos Centros de Salud Mental Comunitaria
- Dos Centros de Salud Ambiental
- Unidad de Atención Primaria Oftalmológica (UAPO)
- Hogar Protegido y una residencia para salud mental
- Unidad de Medicina Alternativa (UMI)
- Ocho Postas Rurales: San Miguel de Azapa, Sobraya, Poconchile, Alcérreca, Visviri, Codpa, Belén, Ticnamar

Además, la red cuenta con dos Centros Comunitarios de Salud Familiar (CECOF) que también dependen administrativamente del Servicio de Salud.

- Dr. Miguel Massa
- Dr. René García Valenzuela

Los Establecimientos de Atención Primaria de Salud dependientes de las municipalidades son:

- Cuatro Centros de Salud Familiar Urbanos (CESFAM):
 - o “Dr. Remigio Sapunar Marín”
 - o “Dr. Amador Neghme Rodríguez”
 - o “Dr. Víctor Bertín Soto”

- “EU Iris Veliz Hume”

Estos establecimientos tienen como carencia las especialidades médicas para la cobertura en salud ya que el modelo lo contempla así. Este modelo hace que la necesidad de atención en especialidades médicas deba realizarse en Hospitales Base. Esto es declarado como “necesidad urgente” de aumento de especialistas en el Informe de Planificación Estratégica 2013-2016 elaborado por el Servicio de Salud Arica (*Servicio de Salud Arica. 2012*).

1.3 Diabetes Mellitus, fisiopatología y Retinopatía Diabética

La Diabetes Mellitus (DM), es una enfermedad crónica del metabolismo, consecuencia de defectos de la secreción de insulina, de su acción o de ambos, caracterizada por una hiperglicemia crónica y una alteración del metabolismo de los hidratos de carbono, grasas y proteínas. Esta enfermedad, constituye un problema en los sistemas de salud dado su aumento en la prevalencia y su elevada morbilidad y mortalidad, además de ser un riesgo cardiovascular (*World Health Organization, 1999*).

En la actualidad, la DM se ha convertido en uno de los problemas de salud más graves de nuestra sociedad (*Wild et al. 2004*). Se estima que, en el mundo, existen cerca de 415 millones de personas que padecen esta patología, llegando a existir 193 millones de personas no diagnosticadas. La proyección de diabetes para el año 2040, es de 642 millones de personas con esta patología (Fig. 3) (*International Diabetes Federation, 2015*). En el 2015 la diabetes causó; al menos; \$612 mil millones de dólares americanos en gastos de salud, lo que corresponde al 11% del gasto en salud de adultos (Fig. 4). La proyección para el 2040, es

que esta cifra aumente un 19% superando los \$750 mil millones (*International Diabetes Federation, 2015*).

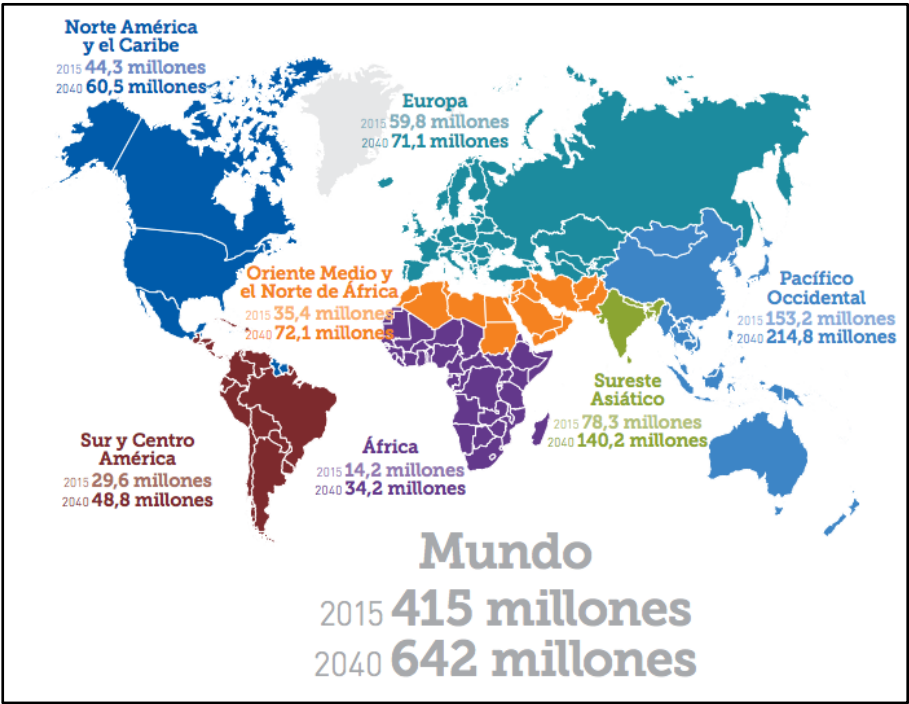


Figura 3. **Mapa del mundo por continentes.** Número estimado de personas con diabetes en el mundo y región por continentes en 2015 y 2040 (20 – 79 años) (*International Diabetes Federation, IDF, 2015*).

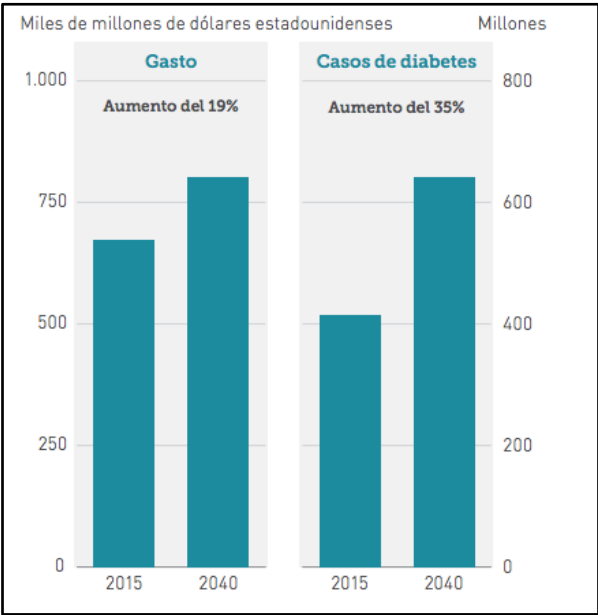


Figura 4. **Gasto sanitario mundial para tratar la DM.** Valores de los años 2015 y proyectados al 2040 en dólares americanos (*IDF, 2015*).

En América latina, la distribución por países de DM es como se muestra en la Figura 5.

Pais/territorio	Prevalencia nacional (20-79) de diabetes (%) [intervalo de incertidumbre]	Prevalencia comparativa de diabetes ajustada por edad (20-79) (%) [intervalo de incertidumbre]	Adultos con diabetes (20-79) en 1000s [intervalo de incertidumbre]
SUR Y CENTRO AMÉRICA	9,4 [8,00 - 11,26]	9,6 [8,18 - 11,51]	29.573,4 [25.232,02 - 35.525,11]
Argentina	6,2 [4,6 - 9,0]	6,0 [4,5 - 8,6]	1.723,9 [1.292,0 - 2.502,1]
Bolivia (Estado Plurinacional de)	6,5 [5,4 - 10,3]	7,5 [6,2 - 11,6]	389,0 [322,3 - 620,2]
Brasil	10,2 [9,3 - 11,3]	10,4 [9,4 - 11,5]	14.250,8 [12.910,8 - 15.752,4]
Chile	11,0 [9,3 - 13,6]	10,0 [8,5 - 12,5]	1.372,7 [1.166,3 - 1.697,0]
Colombia	9,6 [8,6 - 10,7]	10,0 [8,9 - 11,1]	3.048,7 [2.722,4 - 3.395,9]
Costa Rica	8,6 [7,0 - 10,2]	8,5 [6,9 - 10,2]	278,9 [228,3 - 332,4]
Cuba	12,1 [10,8 - 13,5]	10,0 [8,9 - 11,1]	1.020,0 [913,1 - 1.135,8]
Ecuador	8,5 [6,6 - 11,7]	9,2 [7,1 - 12,5]	830,1 [639,2 - 1.136,2]
El Salvador	8,8 [6,7 - 12,0]	9,2 [7,2 - 12,5]	325,9 [250,6 - 446,6]
Guatemala	9,1 [5,4 - 13,5]	11,1 [6,8 - 16,2]	761,5 [450,0 - 1.130,6]

Figura 5. **Tabla de países de América Latina en base a la prevalencia de la diabetes.** Se aprecia la distribución de la prevalencia de DM en América Latina, resaltando Chile. Valores estimados por la IDF en el año 2015 (IDF, 2015).

Al observar Chile con respecto al resto de los países, se observa que la prevalencia de la enfermedad es del 11%. La media del gasto sanitario relacionado con la diabetes por persona es de \$1.557 dólares y que las muertes relacionadas con la misma enfermedad en personas de entre 20 y 79 años son 8.463. Este valor está por debajo de las 130.712 muertes en Brasil (*International Diabetes Federation, 2015*). Así también, al observar la prevalencia de DM, es posible concluir que la prevalencia de DM, según diversos estudios, ha tenido un aumento sostenido en los últimos 30 años (Fig. 6).

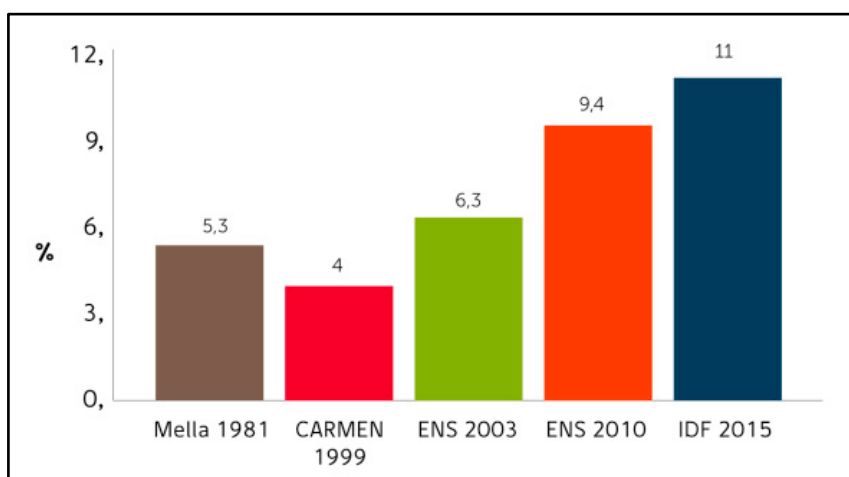


Figura 6. **Evolución de la prevalencia de DM en Chile.** Tasa expresada por estudios realizados en Chile entre los años 1981 y el 2015 (ENS 2003; Vega, 2009; INF 2015).

En octubre del año 1989 se reunieron en Saint Vicent, Italia, los representantes de veintinueve países europeos con el patrocinio de la OMS y de la IDF. En esta reunión denominada “*Diabetes mellitus: un problema de salud en todos los países, a todas las edades*” se analizó la situación general de la salud y de la DM en Europa. En ella se formularon una serie de objetivos de salud, conocidos como “*Declaración de Sant Vicent*”, que deberían conseguirse en el año 2000. Dentro de estos objetivos destacan: la prevención y cura de la diabetes y de sus complicaciones mediante la intensificación de todos los esfuerzos en la investigación, así como la implantación de medidas efectivas para la prevención de las complicaciones de la diabetes que posibiliten la reducción en un tercio de los nuevos casos de ceguera (*World Health Organization and International Federation Europe 1990*).

Los criterios diagnósticos de la DM fueron adoptados en el año 1997 por la American Diabetes Association (ADA) (*Diabetes Mellitus Care 1997*), siendo posteriormente aprobados por la OMS (*World Health Organization, 1999; International Diabetes Federation, 1998; Ceriello et al., 2008*)

Esta clasificación establece cuatro clases de DM: tipo 1, tipo 2, otros tipos específicos y la diabetes gestacional, en las cuales se contemplan diversas subclases. La mayor proporción de casos de DM corresponden a los tipos 1 y 2 (Genuth et al. 2003; American Diabetes Association, 2012).

En la etiopatogenia de la DM del tipo 1 se distinguen diversos factores, tanto genéticos como ambientales, que determinan una respuesta autoinmune (Fig. 7). Por lo general, la enfermedad se inicia en forma silenciosa y la aparición de auto anticuerpos dirigidos contra epítomos específicos del islote β pancreático, se manifiesta cuando la enfermedad ya está instaurada y cuando la masa de células β ha disminuido notoriamente. Durante la enfermedad los factores genéticos de predisposición se reconocen como el evento primario, seguido del factor que dispara el proceso inmunológico que se hace evidente con la presentación de marcadores de autoinmunidad (Salas et al. 2013).

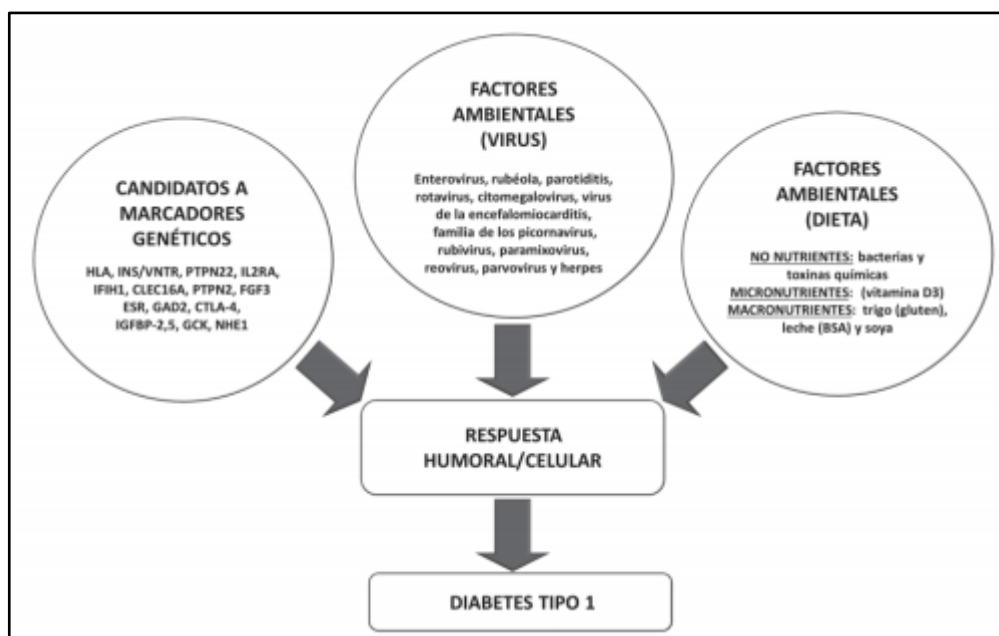


Figura 7. **Interacciones influyentes en la respuesta humoral/celular.** Se observa la relación entre factores genéticos y ambientales sobre la respuesta inmunológica en la diabetes tipo 1 (Salas et al. 2013).

La DM tipo 1 o insulínica es una enfermedad poligénica causada por la destrucción, mediante procesos autoinmunes, de las células β pancreáticas en individuos genéticamente predispuestos por determinados antígenos del complejo mayor de histocompatibilidad HLA (Human Leucocyte Antigen) (Atkinson *et al.*, 1994), que controlan la respuesta inmune (Kokuina, 2001). En especial, la afectación es de los genes HLA de clase II (DQA1, DQB1 y DRB1), que son los principales factores de susceptibilidad genética frente a la enfermedad. La región HLA se ubica en el brazo corto del cromosoma 6 (Fig. 8), en una región que abarca cerca de 4.000 kilopares de bases (Kbp) y que contiene más de 200 genes, de los que el 40% se estima que están relacionados con la función inmune (Undlien *et al.* 2001; Pociot *et al.* 2010).

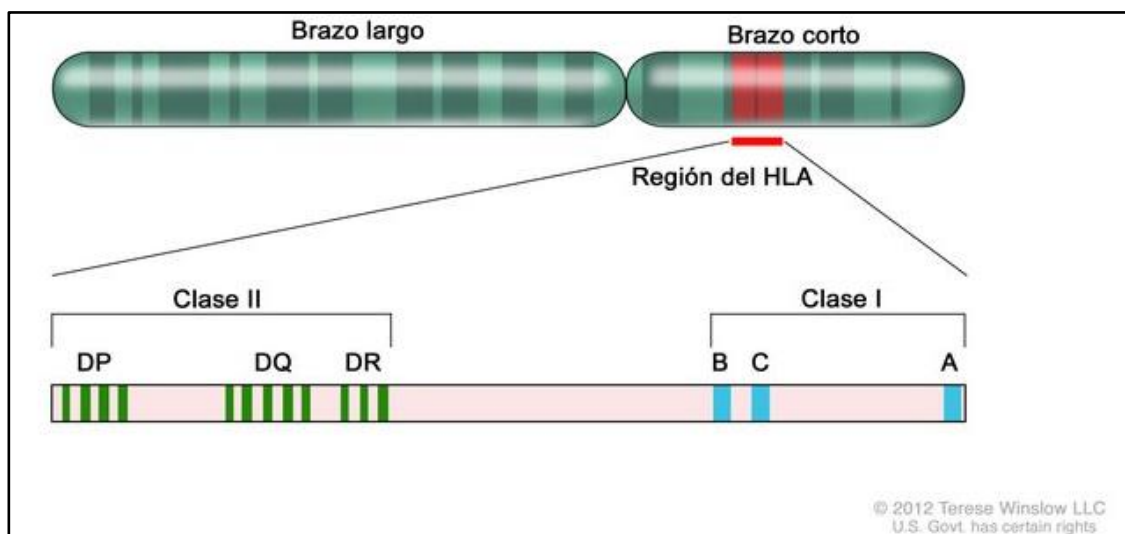


Figura 8. **Complejo del antígeno leucocitario humano (HLA).** El dibujo muestra los brazos largo y corto del cromosoma 6 con la región de los HLA ampliada, que incluye los alelos A, B y C de la clase I, y los alelos DP, DQ y DR de la clase II (Winslow, National Cancer Illustrator, 2012).

La DM de tipo 2 se caracteriza por la resistencia a la insulina y/o por el déficit de insulina. La influencia genética en su patogenia es muy importante por

la altísima concordancia de esta forma clínica en gemelos idénticos y por su transmisión familiar (*Yki-Järvinen et al. 1994; Williams et al. 1994; Sacks et al. 1996*).

En particular existe un incremento exponencial de personas con DM2. Este tipo de diabetes, representa el 85-95% del total de casos de diabetes en los países desarrollados, pudiendo ser este porcentaje incluso mayor en países en vías de desarrollo, en los cuales, el proceso de industrialización y occidentalización acelerado condiciona una mayor prevalencia de la enfermedad (*International Diabetes Federation, 2015*).

En general, la hiperglicemia produce un aumento de radicales libres, micropartículas que se forman a partir de reacciones químicas y que serán los responsables de las complicaciones tardías en la diabetes (*Kundu et al. 2014*). Estos radicales libres activan diferentes vías, como: los productos finales de glicosilación avanzada (AGEs), Hexosamina, Poli ADP ribosa polimerasa (PARP), Proteína Kinasa C (PKC) y Polioli. La consecuencia de estas activaciones será la aparición de estrés oxidativo. A continuación, se detallan algunas consecuencias de estas vías a nivel retiniano.

El diaclicerol (DAG) constituye un activador natural de la PKC, el cual aumenta en las personas que padecen DM debido al incremento de la síntesis de novo de nucleótidos a partir de intermediarios glucolíticos, en particular, la dihidroxiacetona fosfato (DHAP) (*Mellor et al. 1998*). Las alteraciones celulares estructurales y funcionales atribuidas a la activación de la PKC son muy variadas, y dependen de la afectación de la función de esta enzima, en los mecanismos de transducción de señales y en su participación en la regulación de la expresión de diversos genes. Entre las diversas alteraciones que pueden aparecer como consecuencia de la activación anormal de la PKC se encuentra la de la expresión

del gen del factor de crecimiento vascular endotelial (VEGF) en las células del músculo liso vascular, el cual produce un aumento de la permeabilidad vascular y promueve la angiogénesis. Otras alteraciones de la activación de la PKC serían cambios en el flujo sanguíneo, el aumento del grosor de la membrana basal, la expansión de la matriz extracelular, la apoptosis, la adhesión leucocitaria y la activación de citoquinas (*Sheetz et al. 2002; Cruz et al. 2011; Ola et al. 2012*).

Una de las vías activadas por los radicales libres demuestra que, en la diabetes, los niveles de DAG son elevados en los tejidos vasculares como la retina, en la aorta, el corazón, glomérulos renales, y en los tejidos no vasculares como el hígado y los músculos esqueléticos, activando la PKC (*Shiba et al. 1993*). Varios estudios de cultivo en células han demostrado que los niveles de DAG aumentan de forma dependiente y proporcional a los niveles de glucosa (*Ayo, S. 1991, Inoguchi et al, 1992; Geraldles et al, 2009*). Dentro de la activación de algunas enzimas por la hiperglicemia, la de la PKC, que es una serina treonina quinasa, está asociada con alteraciones vasculares como los aumentos de permeabilidad, contractilidad, síntesis de matriz extracelular, crecimiento celular y apoptosis, angiogénesis, adhesión de leucocitos y activación e inhibición de citoquinas. Las alteraciones en la homeostasis celular vascular son causadas por las isoformas PKC $-\alpha$, $\beta 1/2$ y PKC $-\delta$, y están vinculados a la afectación de grandes vasos produciendo arterioesclerosis, cardiomiopatía y pequeños vasos sanguíneos produciendo retinopatía, nefropatía y complicaciones de neuropatías (*Geraldles et al, 2009*). Además, la activación de la PKC da como resultado la disfunción vasodilatadora dependiente del endotelio, alterando la biodisponibilidad del óxido nítrico, afectando al factor de crecimiento endotelial (VEGF) (*Nishikawa et*

al. 2000). Las formas de PKC β y PKC δ , generan edema macular y microaneurismas como muestra la Fig. 9 (Gerald *et al*, 2010).

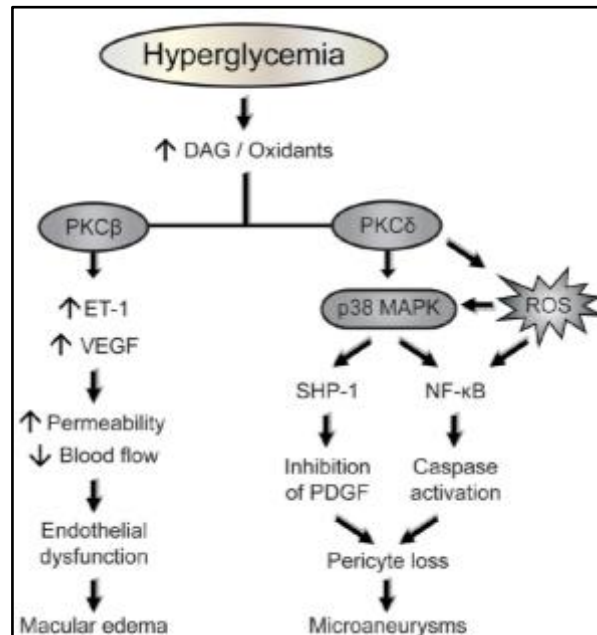


Figura 9. **Acción de la PKC en la RD.** Se observa los efectos de la hiperglicemia con el consecutivo aumento del DAG y posteriormente la acción de la PKC en la retinopatía diabética (Gerald *et al*, 2010).

Por otra parte, teniendo presente que la glucosa penetra en tejidos como la retina, el cristalino, las células del mesangio glomerular y los endotelios vasculares, la hiperglucemia aumenta la producción de ión superóxido a nivel de las mitocondrias. Al mismo tiempo y como consecuencia del aumento de los Radicales Libres del O² (ROS) se activa la poli ADP-ribosa polimerasa (PARP), que es la enzima encargada de reparar las alteraciones del ADN producidas por los ROS. Los ROS son oxidantes reactivos, resultados del consumo de oxígeno, los que, por ser sustancias deficitarias en electrones, producen oxidación iniciando reacciones que se propagan en cadena, produciendo daños en diferentes tejidos y sistemas. La PARP consume la coenzima nicotinamida adenina dinucleótido (NAD⁺), que es la coenzima oxidada, reduciendo su

disponibilidad. Ambos efectos inhiben significativamente la actividad de la gliceraldehído-3-fosfato deshidrogenasa (GAPDH) frenando así la glicólisis por el déficit de NAD⁺. Esto produce una excesiva acumulación de los intermediarios de la glicólisis hasta la formación de gliceraldehído-3P (GAD-3P). Esta reacción exacerba el estado oxidativo de la célula a través del consumo de NAD⁺. Con ello, factores vasoactivos como la endotelina 1(ET-1) producen la isquemia retiniana (*Rebolledo 2004*).

Como consecuencia del estrés oxidativo disminuirá la glicolisis y las funciones mitocondriales, acumulándose la glucosa y los productos intermedios. Esto activará algunos procesos bioquímicos que producirán la apoptosis celular (*Ciudin et al. 2013*).

La persistencia de niveles altos de glucosa en la sangre determina la formación de derivados activos, producto de reacciones de condensación no enzimática entre la glucosa y los grupos aminos-residuales de las proteínas (AGEs), los lípidos o los ácidos nucleicos, los cuales, mediante reordenaciones, deshidratación y condensación, forman de manera irreversible los denominados AGEs (Fig.10a y b). Estos nuevos productos se unen a receptores RAGE, que son una proteína tipo 1 de ubicación transmembrana teniendo una parte terminal altamente ácida, la que, causa una alteración a nivel inflamatorio, neurodegenerativo y una disfunción microvascular en la Retinopatía Diabética (*Zong 2011*).

A nivel retiniano se ha encontrado una acumulación de estos residuos en los pericitos, células que están a cargo de la homeostasis capilar, de tal modo que cuando la hiperglicemia es prolongada o crónica, se producen lesiones en

las células endoteliales generando una disfunción de la barrera hematorretiniana interna (Milne et al. 2013; Arden et al. 2015).

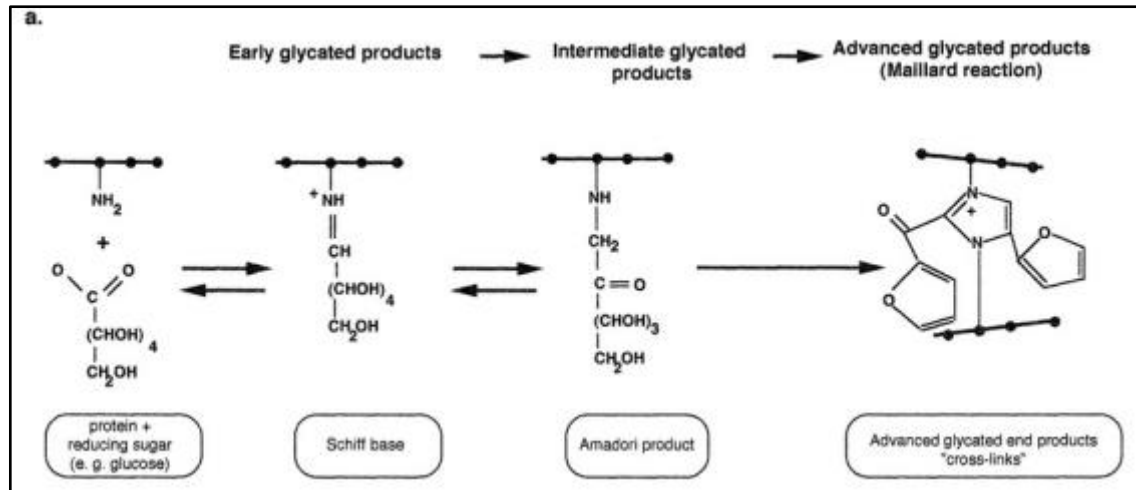


Figura 10 a. **Esquema de la formación de los productos finales de la glicación avanzada (AGE).** La reacción de Maillard o glicación no enzimática comienza con la formación espontánea de una base de Schiff reversible, entre el grupo aldehído de un azúcar reductor (como la glucosa) y el grupo amino primario de una macromolécula, habitualmente una proteína. En poco tiempo (días), la base de Schiff puede reorganizarse intramolecularmente y alcanzar un equilibrio más estable, aunque aún reversible, el producto de Amadori (en el caso de la glucosa).

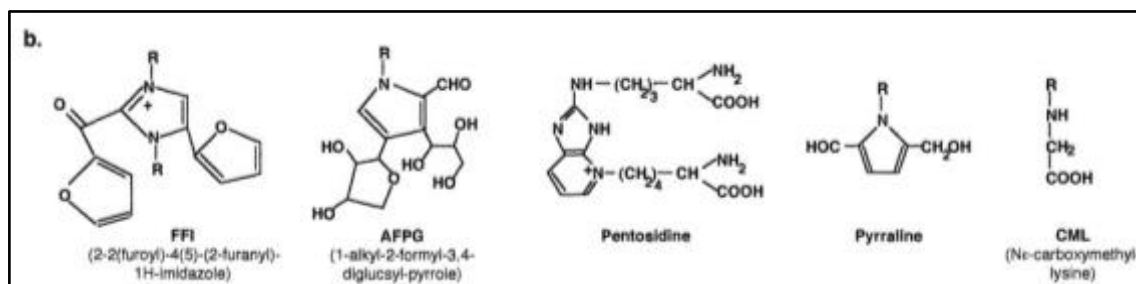


Figura 10 b. **Estructura de los productos finales de glicación avanzada (AGE).** El estrés oxidativo produce de diferentes compuestos de la glicación avanzada. Se producen moléculas con estructura de anillo imidazol: FFI, AFPG y moléculas con estructura de anillo pirrol: pentosidina, pirralina y CML.

Las Hexosaminas son azúcares del grupo amino, que se han encontrado aumentadas en los diferentes tejidos de la retina. El desequilibrio de estos

azúcares tiene como consecuencia diversos efectos en las proteínas, y altera la señal de la insulina retiniana (Cooksey et al. 2011).

La vía del Polyol (Fig.11) es una ruta metabólica en donde el exceso de glucosa se transforma en sorbitol, y luego en fructosa. En pacientes con hiperglicemia, esta vía se ve constantemente activa y desequilibrada, lo que resulta en un aumento del estrés oxidativo a nivel celular, siendo uno de los principales factores que intervienen en el daño a nivel retiniano (Maxwell et al. 2013).

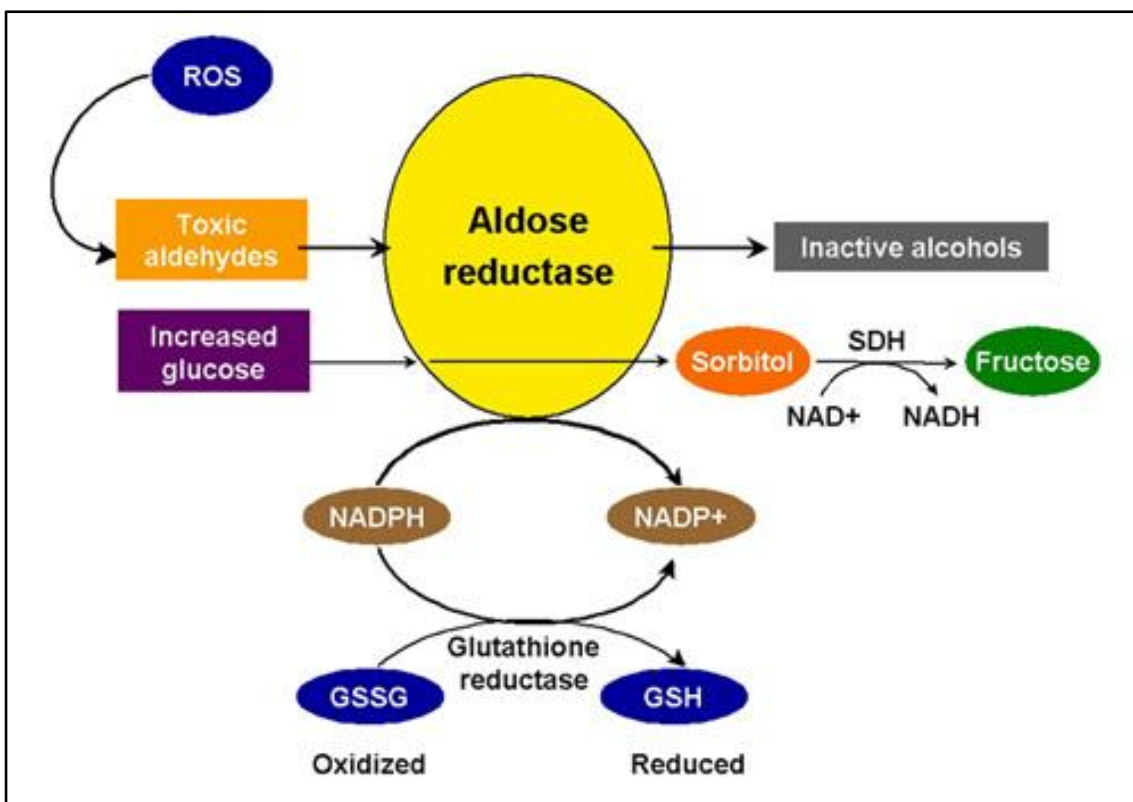


Figura 11. **Representación de la formación de AGE por la vía del Polyol.** Un enzima clave en esta vía es la aldosa reductasa (AR), que normalmente consume el cofactor celular NADPH para así reducir y desintoxicar determinados productos de las reacciones metabólicas. En condiciones normales la AR convierte aldehídos tóxicos en alcoholes inactivos. Sin embargo, cuando los niveles de glucosa intracelulares son lo suficientemente altos, la AR convierte la glucosa en sorbitol (Brownlee 2001).

Otro factor que se ve alterado por la DM son los Factores de Crecimiento del Endotelial Vascular (VEGF), glicoproteínas encargadas, entre otras funciones, de la permeabilidad vascular. Los VEGF son liberados para estimular la formación de arterias colaterales en áreas en que existe un déficit de irrigación sanguínea o isquemia (*Knott et al. 2003*). En el caso de la microangiopatía diabética retiniana, son los pericitos las células encargadas de la liberación de VEGF, factor que debilita las uniones entre las células endoteliales favoreciendo la producción de microaneurismas (Fig. 12). Si la isquemia retiniana no se trata a tiempo, el grado de retinopatía se verá aumentado, avanzando en su proceso degenerativo desde un estado inicial de no proliferación, al estado proliferativo, donde existen mayores riesgos de padecer hemorragias retinianas, hemorragias vítreas, desprendimientos de retina y glaucoma neovascular (*Mahdy et al. 2011*).

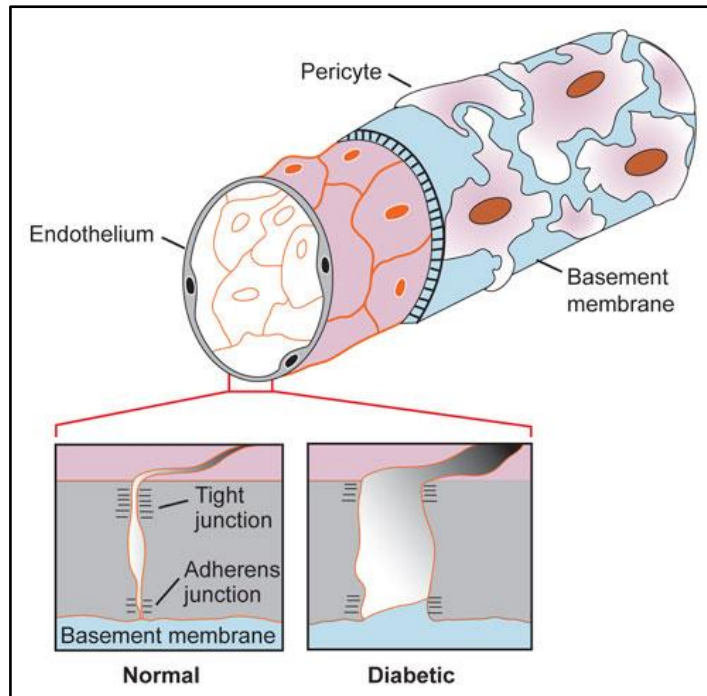


Figura 12. **Disposición de las células en la microvascularización retiniana.** Las células endoteliales están rodeadas por una membrana basal y pericitos contráctiles que proveen estabilidad vascular y controlan la proliferación endotelial (*Fong et al. 2004*).

La microcirculación de la retina está constituida por arteriolas precapilares, capilares y vénulas poscapilares. El principal componente de la barrera hemato retiniana que mantiene la impermeabilidad y a los componentes de la sangre en el interior de los vasos sanguíneos, son las uniones estrechas que existen entre células endoteliales. Estas uniones cuentan con varias proteínas importantes como la zonula occludens 1 (ZO-1), zonula occludens 2 (ZO-2) y zonula occludens 3 (ZO-3), que dan estructura a la unión celular, junto con las ocludinas y claudinas limitan el flujo entre células endoteliales. Las células endoteliales contienen transportadores de glucosa que promueven la recaptación de glucosa según las necesidades metabólicas de la retina (*Hammes et al. 2005*). Uno de los transportadores de glucosa que se encuentra en la retina es el GLUT1, el cual es una proteína de membrana capaz de regular el transporte de glucosa a concentraciones relativamente bajas, sin embargo, no es capaz de hacer la autorregulación en condiciones de hiperglicemia. Como resultado, la captación de glucosa aumenta (Fig. 13), haciendo que la micro vascularización retiniana se dañe. Junto a ello, es importante considerar que el VEGF altera mediante fosfoliración a las proteínas de los de las uniones celulares, aumentando la permeabilidad vascular, produciendo complicaciones como el edema macular y la neurodegeneración retiniana (*Gardner et al. 2002*).

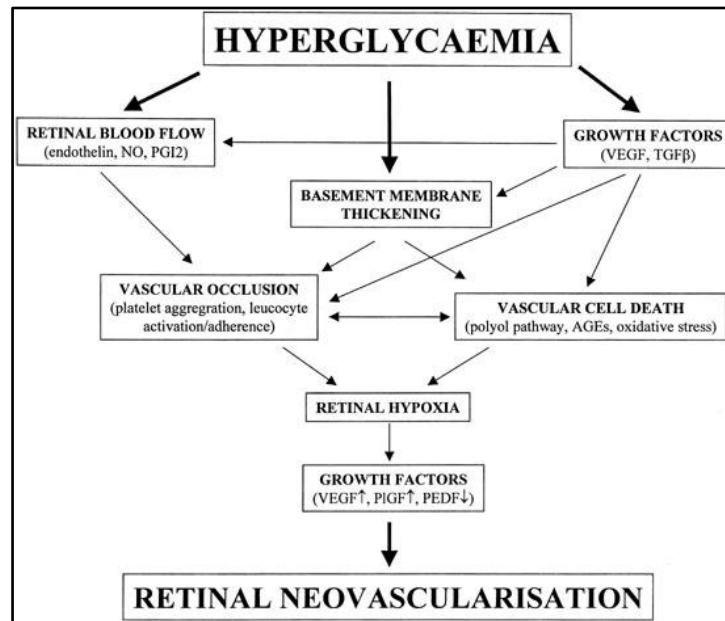


Figura. 13. **Esquema de la patogénesis de la retinopatía diabética.** Abreviaturas: NO, óxido nítrico; PGI2, prostaciclina; VEGF, factor de crecimiento endotelial vascular; TGFβ, factor de crecimiento transformante beta; AGEs, los productos finales de glicación avanzada; PlGF, factor de crecimiento de placenta; PEDF, el factor derivado del epitelio pigmentario (Cai et al. 2002).

La hipertensión arterial (HTA) es otro factor influyente en el proceso de neurodegeneración retiniana, estando presente en mayor prevalencia en los pacientes con DM del tipo 2 que el tipo 1. La prevalencia de HTA en la población diabética es de entre un 40% al 60%, estando estos pacientes distribuidos entre un rango de edad entre los 45 y los 75 años de vida. Además, el desarrollo de la microangiopatía, aumenta en ellos de 4 a 5 veces. Los valores estandarizados de presión arterial que se refieren como desfavorables para personas que padecen DM, se sitúan en valores sistólicos de 130 - 139 y diastólicos de 85 - 89 milímetros de mercurio (mmHg) (Mancia et al. 2007; Canadian Hypertension Education Program Recommendations, 2011; James et al. 2014). Aunque esta relación no es muy certera en base a la progresión de la RD, varios estudios reportan que manteniendo controlados los niveles de presión sanguínea por

debajo estos valores, se reduce el riesgo de complicaciones oculares (*Turnbull et al. 2005, Campbell et al. 2009; Cushman et al. 2010, Nentwich et al. 2015*).

Indicadores demuestran que la mayoría de las personas que padecen DM mueren producto de una enfermedad cardiovascular. Además de ello, las complicaciones específicas de los órganos atribuibles a la presión arterial elevada son las que empeoran la calidad de vida y generan altos costes a los sistemas sanitarios (*Manson, J. et al., 2004*).

Si a esto agregamos el factor extrínseco del estilo de vida y los hábitos alimenticios de la población, es probable que las alteraciones metabólicas que se desarrollen en la persona, aumenten el riesgo de producir complicaciones a nivel ocular. Así como la HTA, la hiperlipidemia que es producida por el desbalance de la regulación de lípidos estando aumentados en el torrente sanguíneo (*Busik et al. 2012*), tiene un rol muy importante en el desarrollo y severidad de la retinopatía diabética, específicamente en la formación de edema macular diabético y de los exudados duros que se producen en el desarrollo de la RD. Ambas alteraciones son complicaciones retinianas que son consideradas graves y que son las principales responsables de la disminución de agudeza visual (*Ola et al. 2012; Simó et al. 2012*). En diversos estudios se ha estudiado la prevalencia del Edema Macular Diabético (EMD). En Kenia, un estudio poblacional determinó una prevalencia de EMD de un 33% en personas que padecen diabetes mientras que en Canadá fue del 15,7% (*Mathenge et al, 2014*). En Gales, Reino Unido, realizaron un screening de detección de RD, en donde la prevalencia del EMD fue menor ya que en personas con DM tipo1 detectaron el 4,2% con EMD y en la tipo 2 el 1,4% (*Thomas et al, 2015*). El Edema Macular Diabético es más frecuente en las personas que padecen DM del tipo 2, teniendo

una prevalencia de entre el 48 al 54%, lo que lo hace una de las complicaciones que generan mayor molestia entre los pacientes.

La hiperlipidemia producida por la falta de regulación metabólica, sumado al descenso de lipoproteínas de alta densidad (High density lipoprotein HDL-c) junto al aumento de triglicéridos (TG) están presentes frecuentemente en los pacientes diabéticos, hacen que aproximadamente el 50% de las personas con diabetes presenten una hipertrigliceridemia, la cual se ha identificado como otro factor de riesgo para la microangiopatía retiniana (*Illnait et al. 1997, Ding, 2012*).

1.4 Manifestaciones de la Retinopatía Diabética

La Retinopatía Diabética (RD) tiene como protocolo de detección establecido, el procedimiento de examen del fondo de ojo. El examen de fondo de ojo debe realizarse después de la dilatación de la pupila, ya que el estado de midriasis permitirá la visualización binocular y estereoscópica de la retina. De esta forma, el examinador, puede determinar si la retina no presenta signos de RD o si presenta algún grado de RD y realizar el diagnóstico clínico para su posterior manejo o tratamiento. Una retina sana (Fig. 14), es una retina de color algo anaranjado, visualizándose en ella la papila o cabeza del nervio óptico, por donde accede y deja la retina, la arteria central y la vena central de la retina respectivamente. Estos importantes vasos sanguíneos toman una disposición de ramas formando las arcadas superior e inferior, dejando la zona central de la retina o zona macular avascular o sin irrigación. Al observar la retina de frente, simulando la observación desde la pupila, es posible trazar una línea horizontal imaginaria, la cual divide la retina en dos hemisferios, el superior e inferior. Las fibras nerviosas se distribuyen entonces en forma semicircular o elíptica desde

la papila hacia y hasta la línea media, no cruzando este eje imaginario. Así, las fibras superiores e inferiores no se entrecruzan y logran mantener una distribución homogénea. Asimismo, las fibras con disposición en línea recta desde la papila a la zona central macular se conocen como haz papilo-macular. (Fig.15).



Figura 14. **Retinografía fondo de ojo derecho.** *Fotografía retiniana de un ojo derecho sin signos de Retinopatía Diabética (Chávez, C. 2012).*

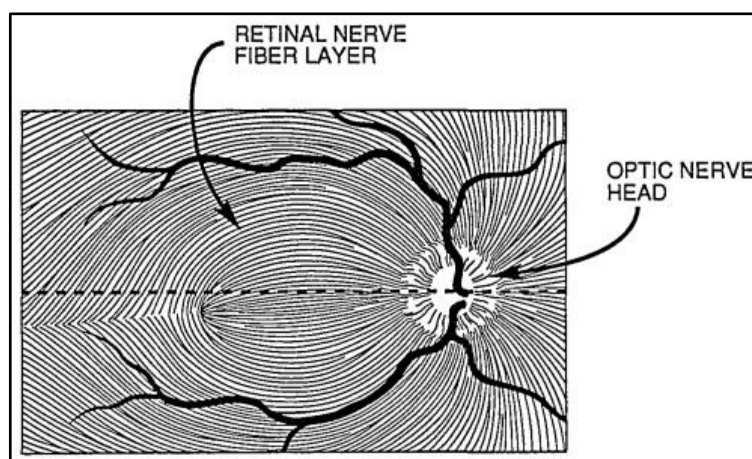


Figura. 15. **Distribución teórica de las fibras nerviosas.** *Las fibras emergen desde la cabeza del nervio óptico (Dreher et al 1992).*

Las manifestaciones clínicas de la RD, que son detectables en una exploración oftalmoscópica, son los microaneurismas, hemorragias intrarretinianas, exudados duros y blandos, rosarios venosos, anomalías microvasculares intrarretinianas (IRMA), neovasos papilares o extra papilares, proliferación fibrosa, hemorragia vítrea o subhialoidea y desprendimiento de retina traccional. En estadios avanzados aparecen complicaciones extra retinianas como la Rubeosis Iridis, el glaucoma neovascular y la Ptisis Bulbi (*Martin et al. 2016*).

Los **microaneurismas** son pequeñas dilataciones saculares de los capilares retinianos, que se producen como consecuencia del debilitamiento de la pared vascular secundario a la pérdida de pericitos. Por lo general se agrupan en el polo posterior y en el área temporal. Las **hemorragias intrarretinianas** más superficiales adoptan una forma alargada al localizarse en la capa de fibras y situarse, por tanto, entre los axones, logrando la morfología descrita como hemorragias en llama (Fig. 18). Las hemorragias intrarretinianas profundas se denominan de este modo por situarse en la capa nuclear interna y en la plexiforme externa. Las características anatómicas de la retina a este nivel, determinan su forma redondeada. (Fig. 19)

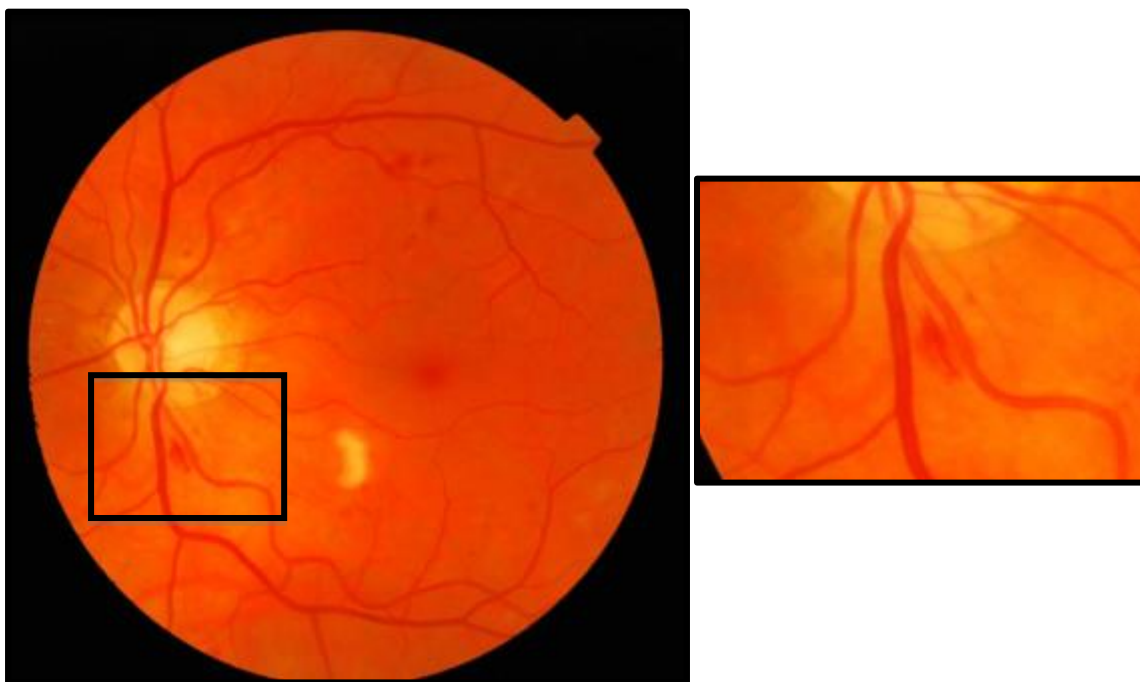


Figura 18. **Retinografía de ojo derecho con hemorragia en llama.** *Fotografía retiniana con hemorragia en llama, inferior y próxima de la papila (Chávez C. 2012).*



Figura 19. **Retinografía fondo de ojo derecho con hemorragias.** *Fotografía retiniana de un ojo izquierdo con hemorragias intrarretinianas profundas (Chávez C. 2012).*

Los **exudados duros** (Fig. 20) son placas amarillas de bordes bien delimitados producidas por el depósito intrarretiniano (en la capa nuclear interna-plexiforme externa) de proteínas plasmáticas y lípidos que se han extravasado de los capilares profundos de la circulación retiniana. Es importante su ubicación en la retina ya que el significado clínico es de mayor importancia si están presentes en la mácula o cerca de ella. El **edema macular** diabético representa la primera causa de pérdida visual en los pacientes con DM. El edema macular crónico, indica una progresión avanzada de la RD, siendo su fisiopatología la acumulación de líquido entre la capa de Henle y la capa nuclear interna de la retina. El líquido proviene del compartimiento intravascular y es regulado por la presión hidrostática y la presión osmótica. Además, existe la barrera hematorretiniana (BHR) dividida en su segmento interno (BHR interno) formada por el endotelio vascular y la constituida por las células del epitelio pigmentario de la retina (BHR externa). La rotura de la BHR interna implica una modificación en la permeabilidad vascular (Nguyen et al 2002).

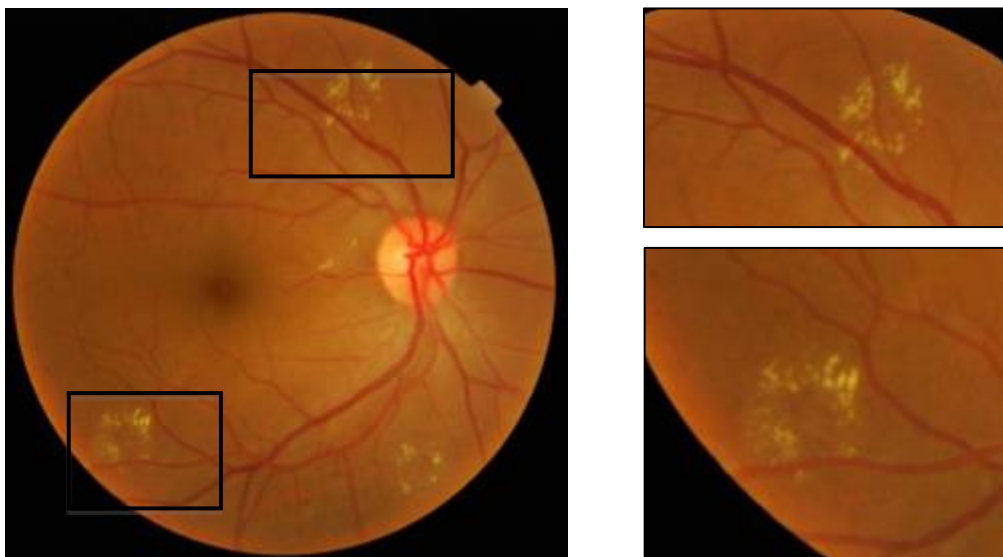


Figura 20. **Retinografía fondo de ojo derecho con exudados.** Fotografía retiniana de un ojo derecho e izquierdo con exudados duros que se observan como zonas amarillentas brillantes de bordes bien definidos (Chávez C. 2012).

Los **exudados blandos** o también llamadas manchas algodonoras (Fig.21) se corresponden a un edema intracelular en retina que ha sufrido isquemia. Son producto de infartos microvasculares en la capa de fibras nerviosas; a consecuencia de la isquemia se produce un bloqueo del transporte axoplásmico que conducirá a la inflamación del axón de la célula ganglionar. Son de color blanco y de bordes más difusos y menos redondeados que los duros.

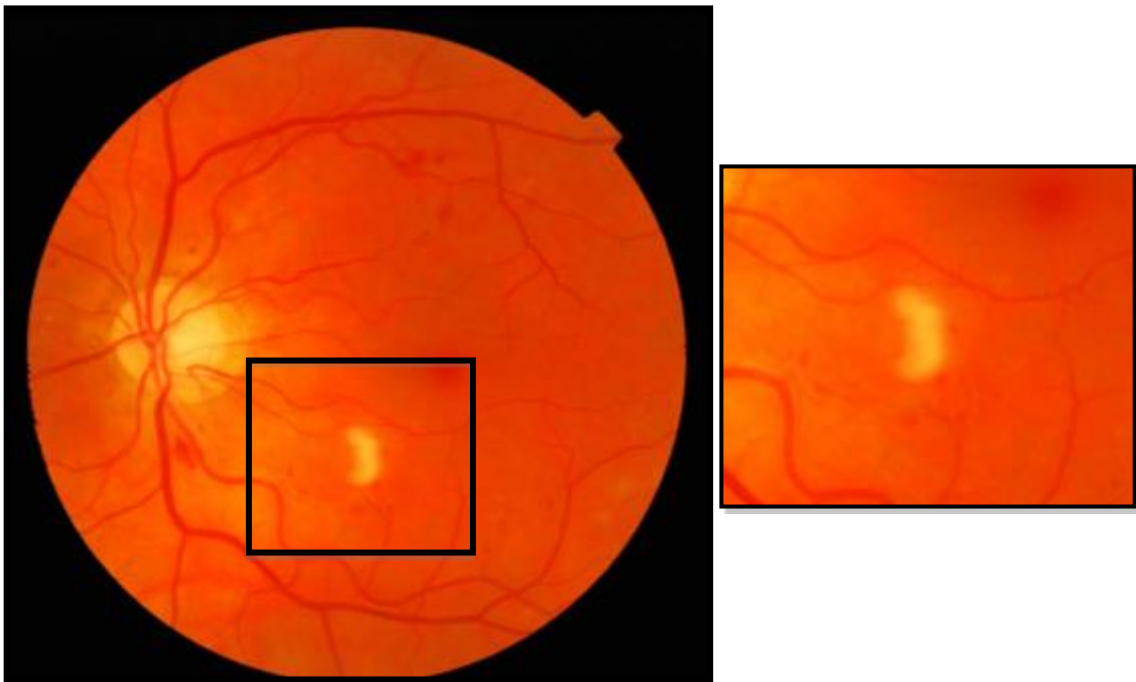


Figura 21. **Fotografía retiniana de un ojo izquierdo con mancha algodonosa.** Se observa mancha algodonosa bajo la zona macular. Además, presenta una hemorragia en llama entre la arteria y la vena nasal inferior, debajo del disco óptico (Chávez C. 2012).

El **arrosamiento venoso** es una lesión grave que indican una zona de isquemia retiniana. Las anomalías microvasculares intrarretinianas o IRMAs (Fig. 22) son vasos retinianos con un patrón de ramificación anormal buscando revascularizar la retina isquémica. Su localización intrarretiniana marca la diferencia con los neovasos que crecen en la superficie de la retina o hacia el vítreo; a diferencia de estos, no presentan tanto riesgo de provocar una hemorragia intravítrea.

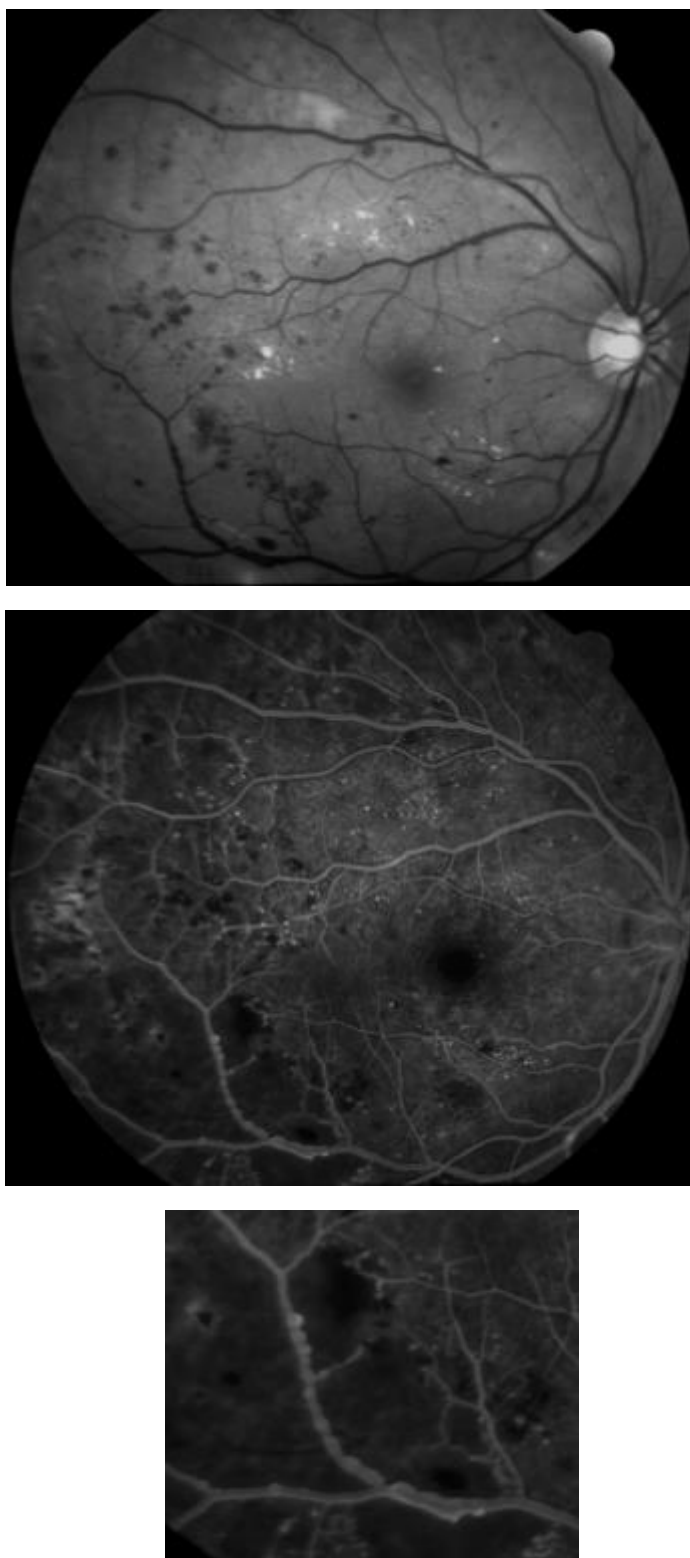


Figura 22. **Retinografía aneiritra fondo de ojo derecho con RD.** *Retinografía con signos de RD en donde se observan rosarios venosos. Además, presenta múltiples microaneurismas y exudados en los 4 cuadrantes (Chávez C. 2012).*

La **neovascularización** retiniana aparece como una respuesta a los VEGF, que son producidos por la hipoperfusión sanguínea y la isquemia retiniana. Los neovasos pueden aparecer en la papila o en cualquier otra zona de la retina (Fig. 23), creciendo en la retina e invadiendo la cavidad vítrea. Esto aumenta el riesgo de hemorragia vítrea o desprendimiento de la retina por la tracción generada por el tejido fibroso que acompaña a los neovasos.



Figura 23. **Retinografía fondo de ojo derecho con neovascularización del disco óptico.** *Neovascularización en el disco óptico (inset) y además, se observan hemorragias y exudados duros, fundamentalmente entre las arcadas vasculares (Chávez C. 2012).*

El engrosamiento retiniano es característico del edema macular, pero es complejo de apreciar en una retinografía ya que esta es una imagen plana. Existen algunos signos que pueden sobre la existencia de un edema macular, como es el signo de estrella, que se produce por la disposición de la plexiforme externa y procesos de las células de Müller en esta zona de la retina (Fig. 24)



Figura 24. **Retinografía fondo de ojo derecho con múltiples signos de RD.** *Fotografía retiniana de un ojo izquierdo con exudados duros, engrosamiento del calibre venoso, manchas algodonosas, microaneurismas y hemorragias intrarretinianas. La disposición estrellada de los exudados duros a nivel macular sugiere la posibilidad de edema (Chávez C. 2012).*

Los ojos tratados mediante fotocoagulación mantienen en el tiempo secuelas retinianas evidentes objetivables en la retinografía. Se visualizan como puntos blanquecinos, blanco ceniza, grises o más oscuros, de diferentes tamaños y con patrones más o menos homogéneos. Por lo general se ubican en la periferia de la retina, sin abordar las zonas cercanas a la mácula (Fig. 25).

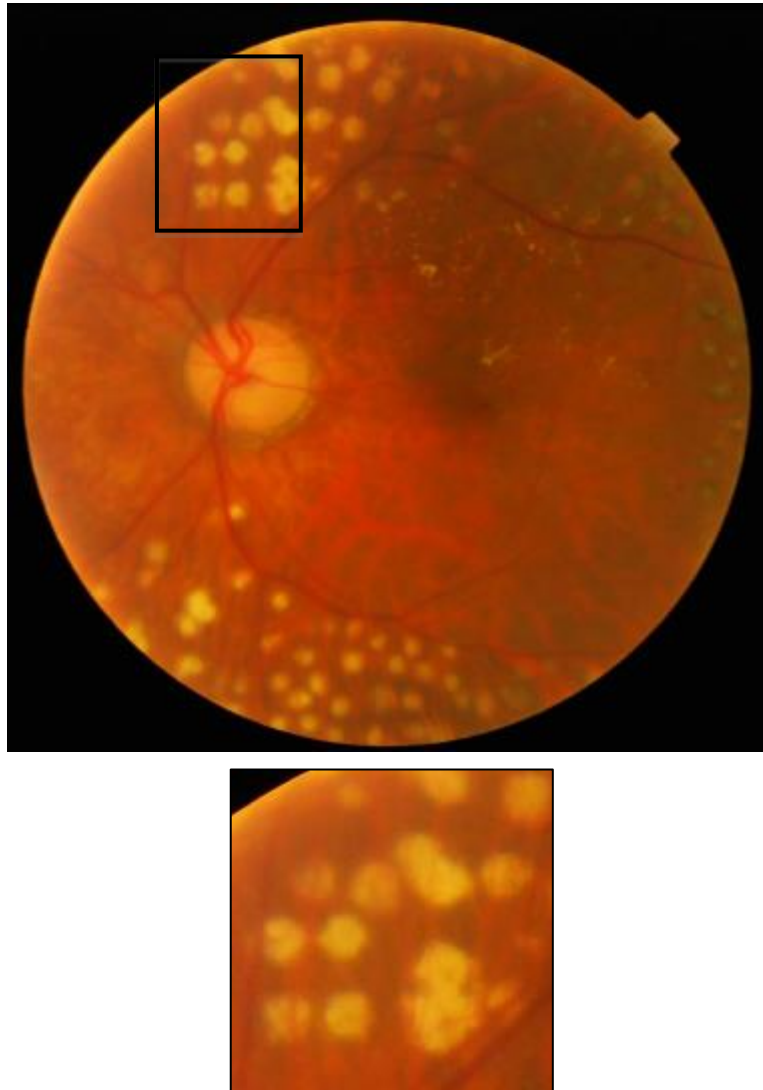


Figura 25. **Retinografía fondo de ojo izquierdo con cicatrices de fotocoagulación.** *Fotografía retiniana de un ojo izquierdo con cicatrices de fotocoagulación por fuera de las arcadas vasculares (blanco-amarillentos) y en la retina temporal (grisáceos). En el inset se muestra la variación de los colores con que se pueden apreciar los impactos de láser. (Chávez C. 2012)*

La clasificación de la RD depende del estado y la severidad del daño, considerando el tipo y número de lesiones distribuidos en la retina. La clasificación según la American Academy of Ophtalmology (*Wilkinson et al. 2003*) divide a la RD en:

RD no aparente

- RD no proliferativa (RDNP) leve
- RDNP moderada
- RDNP severa
- RD proliferativa (RDP).
- El edema macular (EM) lo subdivide en EM leve, EM moderado y EM severo.

1.5 Detección de la Retinopatía Diabética

El procedimiento de examen de fondo de ojo descrito anteriormente, es tradicionalmente realizado por los médicos oftalmólogos, quienes están capacitados para realizar el diagnóstico de RD en vivo gracias a la observación estereoscópica de la retina con el oftalmoscopio indirecto.

A lo largo de la historia, la exploración ocular se ha realizado gracias a la luz, a la penetrancia de ésta a través de los medios transparentes y al uso de la óptica. La exploración oftalmológica siempre ha requerido la utilización de diversos instrumentos, con sistemas ópticos, con diferentes tipos de iluminación, filtros y accesorios. De esta forma, el hombre ha hecho descubrimientos que han ayudado a la medicina a poder avanzar, incorporando nuevas técnicas que han logrado mejorar la calidad de vida de la población al permitir un diagnóstico más preciso.

En el año 1847 Charles Babbage, un matemático y científico inglés inventa el primer oftalmoscopio. Luego en el año 1851, Hermann von Helmholtz redescubre el mismo aparato de uso oftalmológico (*Wharton Jones, 1854*). Rekoss, en Alemania, fabricó el oftalmoscopio de von Helmholtz (Fig. 26) haciendo algunos cambios en cuanto a la iluminación y al uso de lentes ópticos. Este instrumento empezó a ser usado por diversos oftalmólogos en Inglaterra, Alemania y Holanda (*Keeler et al. 2002*). Del año 1851 al 1880 se diseñaron diferentes modelos de oftalmoscopios, llegando a alcanzar los 70 diseños aproximadamente, todos con el fin de mejorar y hacer desaparecer los molestos reflejos que se tenían al observar el fondo del ojo (*Güemez, 2008*).



Figura 26. **Oftalmoscopio diseñado por Helmholtz.** *Este oftalmoscopio fue llamado Augenspiegel.*

El desarrollo del instrumental oftalmológico había comenzado en estos años y la incorporación de sistemas de iluminación como una ampolleta incandescente patentada por Thomas Edison en los Estados Unidos, sumado a la reducción del tamaño, terminó por hacer que Helmholtz publicara un artículo llamado “Description of an eye mirror: to examine the retina in the living eye” (*Helmholtz, 1851*).

Junto a este desarrollo instrumental, en países como Alemania, Inglaterra y Francia, se inicia la exploración clínica del globo ocular en ojos de pacientes reales. En 1853, Adolph Earnest Coccius describe por primera vez el desprendimiento de retina y la retinitis pigmentosa. Luego en 1855, Richard Liebreich describe la oclusión de la vena central de la retina y publica el primer atlas de oftalmoscopia. Posteriormente, Albrecht von Graefe describiría la oclusión de la arteria de la retina y el glaucoma (*Ravin, 1999; Keeler, 2002*).

En paralelo a la invención del oftalmoscopio, se comenzó a explorar el desarrollo de la fotografía. En 1826, Nicephore Niepce consiguió una imagen obtenida de un proceso fotoquímico tras una exposición permanente de 8 horas. Con el pasar de los años, la fotografía comenzó a mejorar sus procesos de fotosensibilidad y con ello, los tiempos de exposición (*Damisch, 1978*). La evolución de las cámaras y películas fotográficas, permitieron incorporar su uso en medicina y con ello en la Oftalmología. La incorporación de una cámara fotográfica en una lámpara de hendidura, permitió la obtención de la primera foto de polo anterior y que posteriormente en 1853, se publicaran las primeras imágenes de la retina capturadas por el holandés Van Trigt. Años más tarde, aparece el concepto de cámara fotográfica retiniana del fondo de ojo, en un

principio máquinas analógicas que utilizaban una película fotográfica o películas fotosensibles (*Abràmoff, 2010*).

En el año 1886, el Dr. Howe capturó imágenes retinianas con algunas manchas oscuras centrales que impedían visualizar la zona macular. La exposición utilizada para la película fotográfica, era cercana a los 10 minutos, lo que hacía que la película emulsificada se secara, aumentando los artefactos. En el mismo año, Jackmman y Webster hacen también fotografías retinianas de mejor calidad (*Jackman, 1886*).

En el año 1948, la compañía Emil Busch, quienes habían diseñado en el año 1848 algunos oftalmoscopios monoculares y binoculares, fue comprada por la casa comercial Zeiss quienes siguieron fabricando la versión monocular del oftalmoscopio diseñado por Thorner, quien anteriormente, en el año 1899, había diseñado dos oftalmoscopios, uno monocular y otro binocular. La casa comercial Zeiss, con el Dr. Dimmer diseñan y fabrican un oftalmoscopio que incorporaba una cámara fotográfica que lograba eliminar los artefactos centrales que ocultaban la zona macular, eliminando así, uno de los problemas que mantenían los diseñados por Thorner: un reflejo en la parte inferior de la imagen. Años más tarde, el Dr. Thorner hace la primera fotografía estereoscópica de la retina con dos imágenes secuenciales con un tiempo de exposición de 10 minutos para cada una de las imágenes (*Rucker et al, 1971*).

La creación, diseño y fabricación de una de las primeras cámaras de retina o retinógrafos, se logra en el año 1925 por el Dr. Nordenson. La casa comercial fabricante del equipo, Zeiss, adopta el nombre en honor al célebre inventor, Zeiss-Nordenson.

En los últimos 160 años, las técnicas de imagen ocular se han desarrollado progresivamente y hoy con incorporación de la ciencia y de las nuevas tecnologías, se han convertido en un pilar fundamental del estudio del globo ocular, sus anexos y de la atención clínica oftalmológica. Los diferentes equipos existentes en el mercado, han desarrollado tecnologías que permiten fotografiar el fondo de ojo y obtener imágenes retinianas de mejor calidad y bajo diferentes condiciones. Esto hace que, el manejo de los pacientes con enfermedades sistémicas y retinianas, tengan mayor acceso a la salud, recibiendo un mejor diagnóstico y tratamiento (*Matsui et al, 1973*).

El desarrollo de las nuevas tecnologías, de las cámaras digitales y de los microprocesadores, ha hecho que la portabilidad de estas sea de tal manera que inclusive existan cámaras de pequeñas dimensiones y que hayan sido incorporadas en los teléfonos móviles. Estos avances, sumados a los de la reducción del tamaño de los dispositivos de almacenamiento, han hecho que el uso de las películas fotográficas en los retinógrafos ya no sea de uso habitual o frecuente (*Bennett et al, 2009*).

La fotografía retiniana obtenida con el retinógrafo, es llamada retinografía. Esta fotografía es ampliamente utilizada en el mundo para la detección de patologías retinianas, su registro y posterior seguimiento. Estas imágenes se usan en el diagnóstico de las alteraciones del nervio óptico, en la topografía vascular, en la detección y seguimiento de la RD, además de evidenciar los signos de enfermedades como la degeneración macular asociada a la edad (DMAE), tumores o alteraciones pigmentarias retinianas. La incorporación en los retinógrafos de filtros y de tecnologías como la reducción del flash, brillo o lentes que permiten la captura de la fotografía con pupilas de 3 milímetros, hacen

mejoran la vigilancia del curso de las enfermedades, ya que, si se siguen protocolos en la captura, estos serán reproducibles en el tiempo permitiendo comparar las imágenes y la evolución de la enfermedad.

En la actualidad, los retinógrafos estándar disponibles en el mercado, poseen sistemas ópticos de alta tecnología que permiten la captura de imágenes retinianas de forma estereoscópica o no estereoscópica, abarcando desde los 30°-35° a 45°-50°. También existen algunos que incorporan lentes con gran angular, permitiendo capturar incluso 60° de la retina.

El procedimiento y protocolo del estudio de la retina por medio de imágenes, se ha estandarizado por algunas organizaciones a nivel mundial según la enfermedad ocular. Es así como para el estudio de RD con retinografías, la Joslin Visión Network (*Martínez et al, 2012*), determinó realizar 3 fotografías de la retina de 45° cada una. La ventaja de este modelo de captura es la facilidad, la rapidez y la comodidad para adquirir las fotos, además, de no precisar midriasis ya que utilizan un retinógrafo que permite capturar las imágenes con pupilas de hasta 3 milímetros de diámetro.

Otra estandarización de captura de imágenes es la Clasificación de Airlie House que consiste en la captura de fotografías de 7 campos de la retina. Este protocolo está validado por el Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS) quienes realizaron pequeñas modificaciones, lo cual generó otro protocolo estandarizado de estudio de la RD por medio de la retinografía (*Vleming et al. 2008*) (Fig. 27).

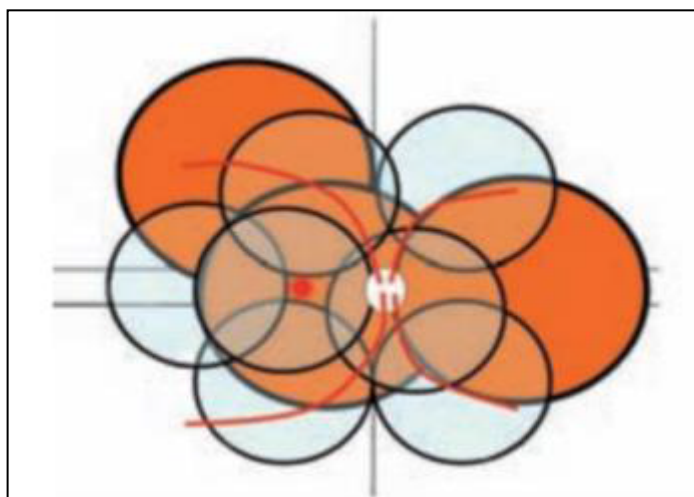


Figura 27. **Fotografías retinales de ángulos de 30° y 45°.** Comparación de los 3 campos retinianos de 45° de la Joslin Visión Network (en color naranja) con las 7 capturas de 30° del Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (Vleming et al. 2008).

1.6 Telemedicina

El avance tecnológico en el proceso de captura de imágenes, el desarrollo de la informática, de métodos de almacenamiento y de las telecomunicaciones, han hecho que sea posible conceptualizar el término de Telemedicina. Si hubiese que señalar el momento de inicio de la utilización de esta herramienta, debemos remontar a 1959, en donde en Estados Unidos de Norteamérica, la Facultad de Medicina de la Universidad de Nebraska fundada en 1869, realizó telecomunicación visual en pacientes con cuidados en salud mental (*American Telemedicine Association*).

En Europa fue el Dr. Steinar Pdersen de Noruega quien, desde Trömso, puso en marcha un servicio de telemedicina en el servicio clínico de anatomía patológica que permitía obtener información sobre la existencia de tumores y otras patologías (*Martínez, 2006*).

El prefijo tele colocado delante de cualquier palabra indica semánticamente a distancia. Así, en sentido estricto, telemedicina significa

medicina a distancia. Existe cierta discusión sobre el uso más apropiado para referirse a la utilización de este concepto, pero, aun así, este es el más preponderante (Vergeles 2001). Las definiciones del mismo concepto son algo diferentes para algunas entidades de salud como por ejemplo lo son para la OMS y para la American Telemedicine Association (*Plan de telemedicina del Insalud 2000*).

La definición de la OMS:

“El suministro de servicios de atención sanitaria, en los que la distancia constituye un factor crítico, por profesionales que apelan a las tecnologías de la información y la comunicación con el objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, preconizar tratamientos y prevenir enfermedades y accidentes, así como para la formación permanente de los profesionales de la atención de salud y en actividades de investigación y evaluación con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en que viven”

La definición de la American Telemedicine Association:

“El intercambio de la información médica de un lugar a otro, usando las vías de comunicación electrónica, para la salud y educación del paciente o el proveedor de los servicios sanitarios, con el objetivo de mejorar la asistencia del paciente”

Después del año 1971, en Boston, USA, Bird define la telemedicina como “la práctica de la medicina sin la confrontación usual médico-paciente a través de un sistema de videoconferencia”. Según Brauer en 1992, la telemedicina es “la telesalud orientada a la prestación de asistencia médica al paciente”. Así entonces, se introduce a la telemedicina dentro de un concepto mucho más amplio como es la telesalud. El mismo año, Brauer define entonces, la telesalud como “la utilización de tecnologías de telecomunicaciones para hacer más accesibles los servicios de salud y los servicios conexos a los pacientes y

proveedores de asistencia sanitaria en zonas rurales o subatendidas” (Brauer, 1992).

En 1995, Bashshur estableció algunas características esenciales que debe tener un sistema de telemedicina. Estos son la separación geográfica entre el proveedor y el cliente durante un encuentro clínico (telediagnóstico) o entre dos o más proveedores (teleconsulta); la utilización de tecnologías informáticas y de comunicaciones para realizar la interacción; un equipo de gestión del sistema; el desarrollo de una infraestructura organizacional; el desarrollo de protocolos clínicos para orientar a los pacientes hacia diagnósticos y fuentes de tratamiento apropiados; crear normas de comportamiento para reemplazar las tradicionales normas del comportamiento cara a cara. Con estas definiciones y características, aparece una clasificación que orienta a los sistemas sanitarios para la toma de decisiones en la implementación de la medicina a distancia: Teleconsulta; Telediagnóstico; Tetecuidado o teleatención; Telemetría o Telemida; Teleeducación; Teleadministración; Teleterapia; Telefarmacia y Telecirugía (Bashshur, 1995).

Ya en el siglo XXI, algunos prefieren el término "eSalud" considerando que es mucho más apropiado, ya que abarca un campo de actuación más amplio. Este término se define como *“la distribución de servicios de salud, en el que la distancia es un factor crítico, donde los profesionales de la salud usan información y tecnología de comunicaciones para el intercambio de información válida para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades o daños, investigación y evaluación; y para la educación continuada de los proveedores de salud pública, todo ello en interés del desarrollo de la salud del individuo y su comunidad”* (Lozaya, 2010).

El uso de la telemedicina, en varias de sus formas, se traduce en una disminución de tiempos entre la toma de exámenes y la obtención de resultados, o entre la atención y el diagnóstico certero del especialista, el cual no debe viajar o el paciente no tiene desplazarse para un examen, reduciendo costos de tiempo y dinero. Esto claramente ha sido un impacto favorable en la salud de muchas personas (*Monteagudo, 2005*). En diversos países con sistemas centralizados, se dificulta el acceso a servicios, siendo no solo el de la Salud, si no que también a uno fundamental como la Educación, aún cuando es posible escoger la tecnología apropiada de transmisión de información, logrando subsidiar los costes o siendo absorbidos desde alguna entidad estatal o simplemente de los ahorros de la administración del actual sistema (*Kearns 1993, Jones 1993*).

Si observamos el estado de la sociedad y su comportamiento demográfico, es posible observar que la medicina y los servicios de salud tienen cada año más demanda, sobre todo en países desarrollados o en vías de desarrollo en donde la educación en salud y las enfermedades crónicas y asociadas al envejecimiento, generan una mayor demanda de los sistemas de salud y de médicos especialistas. Esto ya ocurre en Australia y Estados Unidos, en donde la demanda por atención ambulatoria de especialistas, es superior a la actual capacidad y se prevee un crecimiento de un 14% para el 2025 (*Dall et al 2013; Britt et al, 2015*). Con ello se ha generado una alarma en más de la mitad de los médicos especialistas de países como Canadá, Francia, Alemania, Nueva Zelanda y Noruega, reconociendo que los pacientes que acuden a sus consultas, se deben enfrentar a largos tiempos de espera (*Schoen et al, 2012*). Esta situación ha hecho que la alternativa de la telemedicina sea incorporada inclusive en la entrevista directa con el paciente y no solo en el proceso de la

toma de exámenes, estando comprobado que la incorporación del video en tiempo real, mejora el acceso a la medicina (*Jacklin, 2003*). En un estudio realizado en un consultorio de Inglaterra en las especialidades médicas de dermatología, cardiología y enfermedades vasculares, demostró que fue posible disminuir el tiempo medio de consulta de atención de pacientes de 23 a 10 minutos, incorporando la telemedicina (*Baldwin, 2003*).

Si al proceso de atención en salud, sumamos el seguimiento de las enfermedades, la observación de su evolución en el tiempo y el registro de la evidencia clínica, se hace necesario contar con personal especializado y con sistemas estables y robustos que permitan y aseguren la disponibilidad de la información, la protección y la conservación en el tiempo. Claramente, los objetivos de la aplicación de la telemedicina deben basarse en las necesidades propias de cada uno de los países en sus respectivos programas de salud y en el interés que pueda despertar la integración de la tecnología para la mejoría de la calidad de atención. Además, es importante organizar un equipo multidisciplinario que pueda priorizar las enfermedades y necesidades de salud pública que permita priorizar la cobertura y urgencia de la intervención en salud (*Konschak, 2008; Qaddoumi, 2011*).

El modelo establecido en oftalmología, permite optimizar a los profesionales especialistas, logrando gracias a la informática, mejorar la efectividad y la eficiencia a cada disciplina del conocimiento. Además, hace que los objetivos específicos puedan variar según la región o país en donde se utilicen. En Europa, predomina la creciente demanda de atención en paciente crónicos causado por el envejecimiento de la población mientras que, en América Latina, por ahora es prioritario mejorar el acceso de los pacientes a una

salud más oportuna y de mejor calidad, siendo las desigualdades sociales y las condiciones geográficas, las mayores limitaciones. El incremento de los costes asistenciales asociado a la aparición de nuevas técnicas médicas y al cambio en el perfil epidemiológico, hace que los sistemas sanitarios deban, de forma permanente, optimizar procesos y reasignar recursos, siendo siempre más importante cuando esto permita mejorar la cobertura en la atención primaria. Todo esto, siempre debe considerar la estimación de costes y beneficios previos a la habilitación de la telemedicina (*Carnicero, 2002; 2010*).

La telemedicina en cuanto a los servicios clínicos, se pueden diferenciar en servicios de consulta de triaje o emergencia, de atención primaria, de atención secundaria y/o terciaria (clínica y quirúrgica), de interconsultas, de monitoreo remoto y soporte de decisiones. Dentro de los no clínicos se destacan los servicios de gestión médica, de salud pública, de vigilancia, de investigación y desarrollo, y los de educación al paciente y hacia la comunidad médica; tanto en el pregrado como en el postgrado (educación médica continua), entre otros (*Tulu, Chatterjee y Maheshwari, 2007*).

Gracias a la implementación de nuevas tecnologías y herramientas, los servicios a los que se puede acceder gracias a la telemedicina, son tanto en tiempo real como en diferidos, siempre según la aplicación clínica. Esto hace que el proceso de atención en salud pueda entregarse en ambientes hospitalarios, centros de salud, en la vía pública, en el hogar, centros recreativos, escuelas, trabajos u otros, ubicándose en cualquier lugar o distancia unos de otros. Todo esto, dependiendo del tipo y grado de organización de las redes entre los usuarios que se deben comunicar entre sí. De ese modo, se forman 3 dimensiones de la telemedicina que son la funcionalidad (teleconsulta,

telediagnóstico, teleconsejería y telemonitoreo), las aplicaciones (especialidades, enfermedad, sitio, tratamiento) y la tecnología (sincronismo, diseño de redes y conectividad) (*Bashur et al., 2011*).

La evolución de las nuevas tecnologías y la necesidad en las diversas especialidades médicas, hizo posible su incorporación a la oftalmología. Patologías con una alta prevalencia en la población, han podido incorporar la telemedicina logrando mejorar la cobertura de estudio. El uso específico en la DM y su incorporación para la evaluación retiniana en la RD, han hecho que para estandarizar y regular el método y la prueba de cribaje, se deba determinar su eficiencia, pero su real utilidad, se ha visto reflejada cuando se demuestra que la telemedicina permite que el sistema no sólo sea útil en zonas rurales, sino que también en zonas urbanas, donde la cantidad de médicos especialistas es reducida o en donde una parte significativa de los pacientes que padecen DM, no tienen acceso por diversas causas, al control de fondo de ojo para evaluar la presencia de RD (*Rani, 2005; Lamirel, 2012; Chin, 2014;*). La facilidad del procedimiento, y la versatilidad del uso de imágenes, permite imprimir, almacenar y enviar por medio de internet a cualquier lugar las imágenes, siendo estas últimas, las impulsoras de la telemedicina (*Li, 2011; Silva, 2016*).

Con la llegada del siglo XXI, es cada vez más popular la cobertura de las telecomunicaciones en la mayoría de los lugares en donde habitan personas. Esto ha aumentado la conectividad y la disponibilidad de los teléfonos personales inteligentes. Es común encontrar equipos de alta conectividad, con posibilidad de acceso a internet móvil o por red doméstica, con pantallas en colores, táctiles, cámaras fotográficas de al menos 5 megapíxeles y linterna led. Los 5 megapíxeles son suficientes para, con un buen sistema óptico, poder

capturar una imagen de retina que permita a un especialista realizar una evaluación de la imagen (*Saine, 2006*). Esta modernización de los equipos inteligentes y la alta comercialización de éstos, han hecho que se empiecen a utilizar en el campo de la telemedicina o ahora teleoftalmología como equipos que permiten visualizar las imágenes o capturándolas. Una experiencia en Estados Unidos en el año 2006, demostró que con el teléfono móvil iPhone 4, era posible recibir imágenes utilizando la red de telecomunicaciones móvil y mediante la visualización de las imágenes en la pantalla del equipo, poder clasificar las lesiones de la RD. El teléfono señalado tiene una pantalla táctil de 960 x 640 píxeles con una resolución de 326 ppi, con un ratio de contraste de 800:1 y un brillo de 500 cd/m² (*Zimmer-Galler, 2006; Kumar, 2012*).

En la actualidad, algunos teléfonos inteligentes incorporan cámaras fotográficas de 12 megapíxeles, pantallas con resolución 2560 x 1440 píxeles, lo que, junto a la utilización de algunos accesorios como una lente de Volk de 20 o 28 dioptrías, logran capturar una imagen del fondo de ojo. Ejemplos son el iExaminer que junto a su aplicación y la cámara del iPhone 6, 6s y 6 Plus, permite capturar imágenes de la retina y/o papila (Fig. 28). Otros equipos que con accesorios y con un pequeño entrenamiento permite capturar imágenes, son los Samsung Galaxy S6, Note 3 y el LG I90 (*Dyaberi, 2015*).

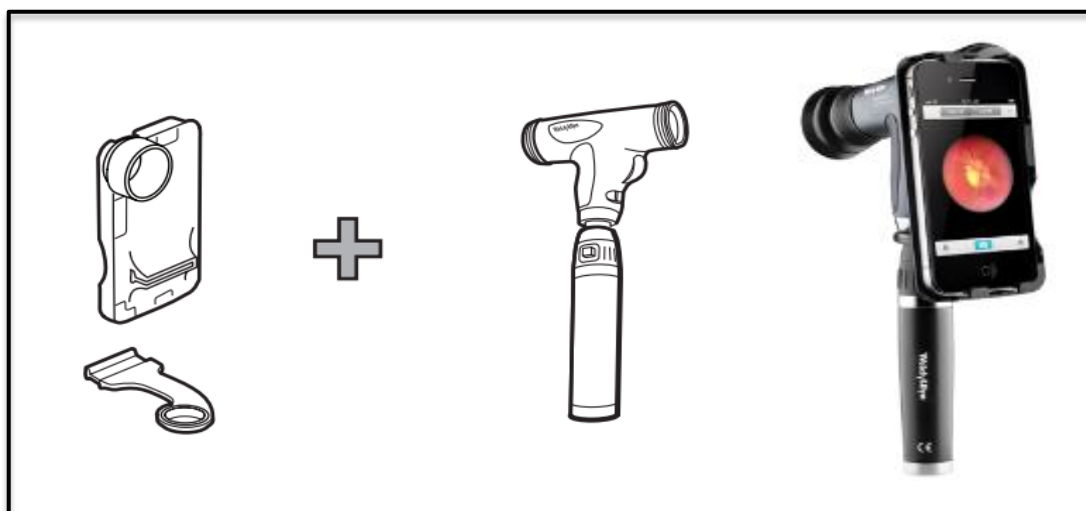


Figura 28. **Adaptador iExaminer en oftalmoscopio PanOptic.** *El adaptador permite incorporar el iPhone 6s y luego ajustarlo en el oftalmoscopio para poder realizar la captura de imágenes (Mat. 723860, 80020729 Ver. A © 2015 Welch Allyn, Inc. Revision date: 2015-11)*

Un dispositivo genérico y adherible a una mayor cantidad de teléfonos inteligentes, es el D-Eye, que es presentado como un oftalmoscopio digital, portátil y compatible con iPhone y Android, que son los sistemas operativos que lideran en los teléfonos inteligentes. Este dispositivo, junto con la instalación de su aplicación, permite grabar y fotografiar la retina, con un campo de visión de 20° y las características propias de la cámara del equipo. Posee un sistema óptico que cambia el enfoque de la cámara del teléfono desde el infinito a – 8 centímetros, con el fin de que el autofocus pueda ser utilizado con 18 dioptrías. Además, considera un error refractivo de entre -12,00 y +6,00 dioptrías. El tamaño es de 4,7 x 1,8 x 1 centímetros y pesa 7 gramos, siendo ideal para transportarlo y junto al adaptador, adherirlo al equipo para su uso (Fig. 29 y 30).



Figura 29. **Dispositivo D-Eye.** *El sistema incluye la lente y el adaptador para teléfonos inteligentes.*



Figura 30. **D-Eye montado en iPhone.** *Teléfono inteligente montado mediante el uso del soporte y con la lente en la posición de captura de imágenes.*

Junto con la masificación de los teléfonos inteligentes, se han incorporado empresas con iniciativas que generan aplicaciones instalables en los dispositivos y que ofrecen recomendaciones y/o sugerencias de hábitos alimenticios, recordatorios de control médico o de administración de medicamentos. En Standorf, California, en una investigación que incluyó a 103 pacientes, el 67%

de ellos refiere tener interés en el uso de la aplicación para realizar el seguimiento de salud ocular (*Ludwig, 2016*).

Después de los avances de los últimos años, a pesar de que la telemedicina ofrece mejor atención médica a un costo más bajo y con mayor cobertura, esta técnica diagnóstica también podría transformar radicalmente la interacción tradicional entre médico y paciente (*Newton, 2014*). Con frecuencia, investigadores intentan automatizar la evaluación de las imágenes retinianas mediante el uso de softwares que permitan realizar el análisis de las imágenes obtenidas. Aún así, hasta ahora ningún sistema tiene la capacidad de realizar ese análisis en tiempo real (*Salzsieder, 2007; Fleming, 2011; Sim, 2015*). Esto ha generado que se planteen nuevos métodos para mejorar el acceso la cobertura de los pacientes con DM a la evaluación del fondo de ojo. Una forma que ha resultado efectiva es que en los lugares en donde no existen profesionales no médicos de la salud visual, se han capacitado y certificado personas denominadas generadoras de imágenes o imagers, los que luego de una capacitación intensiva de 3 días, siguiendo un protocolo de captura de retinografías pueden clasificar con un alto grado de sensibilidad y especificidad las imágenes, para detectar la presencia o ausencia de RD que amenace la visión (sight-threatening diabetic retinopathy o stDR). Los resultados de precisión de las imágenes de la retina obtenidas por los imagers, fue con una sensibilidad del 1,00 y una especificidad 0,97 para detectar la presencia de stDR (*Cavallerano, 2012*).

Otras tecnologías aún en desarrollo, son las que buscan por medio de softwares automatizar el diagnóstico de RD. Una experiencia utilizó análisis probabilístico en la comparación de las imágenes, las que fueron recuperadas

de una base de datos, logrando hacer coincidir 395 imágenes con lesiones específicas que pudieran analizarse. Determinan una especificidad del 91,3%, concluyendo que es posible hacer predicciones probabilísticas basado en las imágenes (*Chaum, 2008*). Otra experiencia similar es la que, utilizando 2 detectores de algoritmos, se analizan 2 imágenes de cada uno del fondo de ojo. Luego se compararon estadísticamente y lograron determinar una sensibilidad del 90%, y la especificidad del 47,7% (*Abramoff, 2010*).

Con estos estudios y la evolución permanente de la ciencia y la tecnología, se demuestra que la telemedicina es una herramienta de gran ayuda para la evaluación retiniana y aún con un gran potencial de desarrollo. Por ahora se evidencia que está limitado a la transmisión de imágenes e información sobre patologías específicas como la RD, ya que no todas las enfermedades oftalmológicas pueden ser evaluadas por telemedicina, lo que obliga a los equipos de salud visual, por diversos motivos como son los económicos o de aumento de la prevalencia, garantizar que los programas de cribado de RD se apliquen en el tiempo de forma sostenible (*Romero-Aroca, 2015*). Aún así, es posible explorar el diagnóstico de otras patologías, en un entorno en el que existe una mayor disponibilidad de recursos informáticos y son más accesibles económicamente, además de que los profesionales de la salud cada vez están más entrenados en las nuevas tecnologías, lo que haría inclusive, que se puedan incorporar sistemas de ayudas digitales con softwares, detección automática de retinografías, etc. (*Roig, 2009; Scanlon, 2015*).

El uso de la tecnología, la informática y las telecomunicaciones, hacen que el uso en conjunto permita optimizar el proceso de almacenamiento de la

información obtenida del proceso de atención médica, la que hace años era archivada en documentos de papel (*Manzano, 2014*).

En la actualidad, la información médica es generada como datos que se acumulan de forma digital, haciendo que sea una necesidad para los sistemas sanitarios la incorporación de sistemas informáticos que permitan almacenar y acceder de forma oportuna y protegida, a la información almacenada. El acceso a estos datos como información clínica o médica, resulta imprescindible para que el equipo de salud pueda realizar con eficiencia y eficacia, todo el proceso de atención en salud diariamente. Si esta información es de carácter personal y privada, ha de someterse a principios, reglas y leyes, además de controles específicos que permitan proteger la información almacenada, más aún si se considera que los datos almacenados son acerca del estado de salud de las personas y que se vieron obligados a revelar al profesional de salud por verse amenazada su propia salud. Por ello el respeto a los derechos de los individuos debe ser contemplado a un nivel de protección equivalente a la necesidad de preservar nuestra salud (*Atienza, 2013; Perlaza, 2015; Ramírez, 2016*).

El alcance de la protección de datos abarca todos los niveles de las tecnologías de la información, como son la computación, los softwares, productos y servicios de telecomunicaciones, servicios de redes, internet, sistemas de integración, entre otros. La finalidad de la integración de estas tecnologías se centra en la captura, almacenamiento, procesamiento, respaldo y distribución de toda la información almacenada (*Carnicero, 2014, Palma, 2014*)

Sin duda en la actualidad, el elemento central de conectividad de todos los dispositivos es el internet, el que ha logrado comunicación instantánea y llegar a casi la totalidad del mundo, considerando cobertura y portabilidad (*Di*

Martino, 2016; Trejo, 2016; Yu, 2016). Su velocidad de transmisión de datos es cada vez más rápida, permitiendo el intercambio de información a través de grandes distancias, teniendo interfaces amistosas, llegando muchas veces a considerarse una verdadera necesidad, aunque en algunos casos, también se comienza a considerar de riesgo (*Guo, 2016; Meltzer, 2016*).

Ya en el año 1977 el Convenio sobre Derechos Humanos y Biomedicina (Convenio de Oviedo), relativo a los derechos humanos y a la biomedicina, proclama en su artículo número 10 el derecho de todos al respeto a la vida privada en el ámbito de la salud y el derecho a conocer cualquier información recogida sobre su propia salud (*Gómez, 2016; Tamayo, 2016*).

Con este alcance y con la acumulación de información personal, se hizo necesario hacer el Convenio 108 del Consejo de Europa para la Protección de las Personas con respecto al Tratamiento Automatizado de Datos de Carácter Personal, el que contemplaba ya una definición de datos sanitarios. En España se crea la Ley Orgánica 15/1999 del 13 de diciembre de protección de Datos de Carácter personal (LOPD), la que tiene por objeto garantizar y proteger los datos personales, las libertades públicas y los derechos fundamentales de las personas físicas, especialmente su honor, intimidad y privacidad personal y familiar. Regula los datos y ficheros de almacenamiento de carácter personal, independiente del soporte en el cual sean tratados, excluyendo los datos recogidos para uso doméstico, materias de estado y de terrorismo. A partir de ella, se crea la Agencia Española de Protección de Datos, que es la entidad estatal encargada de velar por el cumplimiento de la LOPD (*Ametller, 2016; Gómez, 2016*). El 7 de diciembre del año 2006, la Carta Europea de Derechos Fundamentales, eleva a la categoría de derecho fundamental la protección de

datos personales para toda la Comunidad Europea (*Gambino, 2016; Quesada, 2016*).

Es importante considerar que, con todas estas normativas, fue importante regular la forma de almacenamiento de estos datos. En salud, los datos se almacenan en ficheros tanto en el sector público como en el privado. Los ficheros de sanidad pública están sometidos a un régimen riguroso de creación, modificación y supresión, exigiendo una disposición de carácter general y su publicación en el Diario Oficial correspondiente, según el art. 20 de la LOPD. Los ficheros de centros sanitarios privados se pueden crear mediante la notificación previa a la Agencia Española de Protección de Datos, según el art. 25 de la LOPD (*González, 2016; Tamayo, 2016*)

En Chile, el año 1999 se aprobó la Ley 19.628 (*Diario oficial de Chile, 1999*), que regula la protección de datos personales (LPDP) y que cautela la información de personas naturales identificadas o identificables, buscando garantizar que sus titulares sean quienes decidan sobre el uso de su propia información. El año 2008, la Ley 20.285 que norma el régimen de acceso a la información pública (*Diario oficial de Chile, 2008*) regula principalmente a los organismos del Estado, principalmente a la administración pública. El derecho a la intimidad se encuentra reconocido en el artículo 19 N° 4 de la Constitución de la República, que asegura el *respeto y protección a la vida privada y a la honra de la persona y su familia*. De hecho, la Ley 19.628 aparece titulada como Ley sobre protección de la vida privada además de “ley sobre protección de datos de carácter personal” (*Diario oficial de Chile, 1999*).

La LPDP parte anunciando en su artículo primero, que regula el tratamiento de los datos de carácter personal de las personas, en todos los

registros o bancos de datos administrados por organismos públicos o por particulares. Luego, en el artículo 2 m, define que el banco de datos, es el *“conjunto organizado de datos personales, sea automatizado o no y cualquiera sea la forma o modalidad de su creación u organización, que permita relacionar los datos entre sí, así como realizar todo tipo de tratamiento de datos”*, siendo claro que los datos a protección, son aquellos que deben ser parte de un conjunto organizado, permitiendo la relación entre ellos. Luego, en el artículo 2 o, define tratamiento, como *“cualquier operación o complejo de operaciones o procedimientos técnicos, de carácter automatizado o no, que permitan recolectar, almacenar, grabar, organizar, elaborar, seleccionar, extraer, confrontar, interconectar, disociar, comunicar, ceder, transferir, transmitir o cancelar datos de carácter personal, o utilizarlos en cualquier otra forma pública”*. Con ella, prácticamente cualquier forma de utilización de datos, tiene cabida dentro de este concepto (Gobierno de Chile, Ley 19.628, 1999; Saavedra, 2016)

Aún así, en Chile, existen debilidades en normativas y prácticas en la instalación de los principios de protección de datos personales. No existe la posibilidad de consensuar un estándar explícito y obligatorio para resguardar la información a nivel general, pudiendo constatarse una falta de guías e instituciones que regulen de manera clara la aplicación de los principios éticos de la investigación y de la divulgación de datos de las personas en el país (Estudio Nacional de Transparencia, 2014).

2 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

2. Justificación y Objetivos

2.1 Justificación e hipótesis

La prevalencia de la Diabetes Mellitus en el mundo y en Chile, está en constante aumento, por lo tanto, el riesgo de padecer ceguera por Retinopatía Diabética es alto. El método tradicional de detección de la RD es a través del examen clínico del Fondo de Ojo, el cual permite al clínico que lo ejecuta, detectar alteraciones microangiopáticas en la retina que son propias de la enfermedad, establecer un estadiaje de la misma y según esto discriminar el manejo clínico del paciente. En muchos países, el manejo clínico de la Retinopatía Diabética está normalizado por el Estado.

La detección temprana de las lesiones en la retina, permite iniciar un tratamiento adecuado y con ello evitar complicaciones para el paciente, evitando la peor complicación que es la pérdida de visión e incluso la ceguera. La falta de médicos oftalmólogos en Chile según el número de habitantes y sobre todo, la desigual distribución de ellos en el territorio nacional, hace que estos profesionales se concentren en las ciudades de mayor tamaño poblacional y cercanas a la capital del país. Esto provoca una centralización de los servicios médicos, existiendo pocos profesionales en regiones alejadas y limítrofes con países vecinos. Esta situación sanitaria, hace necesario mejorar el acceso de la población a la salud visual con la utilización de nuevas tecnologías, como es el uso de la telemedicina y el retinógrafo, para la detección precoz de la RD.

Se hace así necesario investigar si en una ciudad de Chile que es limítrofe con Perú y con un bajo número de médicos oftalmólogos, sería efectivo el uso del retinógrafo para la detección en la RD.

Así pues, la hipótesis de inicio de este trabajo es que el uso de la telemedicina y el retinógrafo por el profesional Tecnólogo Médico de Oftalmología es efectivo para la detección precoz de la RD.

2.2 Objetivo General

Determinar la eficiencia y eficacia de la utilización del Retinógrafo y la telemedicina en el diagnóstico de la Retinopatía Diabética en la población de Arica, Chile.

2.3 Objetivos Específicos:

1. Describir el perfil bio socio demográfico de la población en estudio.
2. Determinar la prevalencia y otros datos epidemiológicos de la Retinopatía Diabética en la población de estudio.
3. Comparar los resultados del cribaje realizado por el Tecnólogo Médico mediante observación de imágenes con los resultados diagnósticos del Médico Oftalmólogo.
4. Determinar la sensibilidad y eficiencia del uso del Retinógrafo por el Tecnólogo Médico para el diagnóstico de Retinopatía Diabética.
5. Determinar los costes de implementación del sistema en la Atención Primaria en Salud.

3 MATERIAL Y MÉTODOS

3. Material y Métodos

En este apartado queda descrita la estrategia experimental desarrollada en este estudio. Se describe el diseño del estudio, la población objetivo y la muestra a estudiar. Además, se indican los criterios de inclusión y exclusión de la muestra. Finalmente se describe la forma de análisis de los datos obtenidos y el instrumental empleado y los protocolos de procesamiento y análisis de la información recolectada.

3.1 Diseño

Se realizó un estudio cuali-cuantitativo, de tipo observacional y analítico en pacientes diagnosticados de Diabetes Mellitus tipo 1 y 2 pertenecientes a los Consultorios de Atención Primaria del Servicio Municipal de Salud de Arica.

3.2 Población objetivo

Pacientes con Diabetes Mellitus usuarios del Fondo Nacional de Salud (FONASA) que reciben atención en los siete consultorios de la ciudad, asignados a su localidad de residencia en la ciudad de Arica, región de Arica y Parinacota, Chile.

3.3 Muestra

La muestra es de cuota y corresponde a pacientes enviados por los siete consultorios de la ciudad al Centro de Salud Visual.

La muestra está constituida por pacientes que están diagnosticados de diabetes mellitus (DM) y que son usuarios de los servicios de salud pública, con cobertura del Fondo Nacional de Salud (FONASA). Los pacientes acuden al

Consultorio o al Centro de Salud Familiar y una vez realizado el diagnóstico de DM o realizado el examen físico de control por el Médico General, son derivados al Centro de Salud Visual para la realización del examen de Fondo de Ojo. La derivación es realizada por la enfermera encargada del programa cardiovascular, según el número de cupos que otorga el Centro de Salud Visual. El cupo asignado es semanal a cada uno de los siete consultorios. Cada semana se reciben las personas asignadas y se les realizan las retinografías.

La derivación total de personas desde los 7 consultorios y que acudieron al Centro de Salud Visual, fue de 4.570, para los cuales se aplicaron criterios de inclusión y de exclusión.

3.4 Criterios

a) De inclusión

- Pacientes asignados a alguno de los consultorios del Servicio Municipal de Salud de Arica.
- Que han sido diagnosticados de Diabetes Mellitus tipo 1 o 2.
- Ambos sexos.
- Mayores de 18 años.
- Que hayan firmado el consentimiento informado y desearan participar del estudio.

b) Criterios de Exclusión

- Menores de 18 años.
- Que no deseaban participar en el estudio.
- Con opacidad de medios en ambos ojos que no permita observar la retina.

3.5 Tamaño de la muestra

La muestra queda constituida por 4.172 pacientes que cumplen los criterios de inclusión. El muestreo por cuota es considerado no probabilístico pero exploratorio. Se asienta sobre la base del conocimiento de los estratos de la población y/o de los individuos más representativos o adecuados para los fines de la investigación, que en este caso son las personas adscritas al sistema público de salud y que padecen diabetes mellitus. Esto hace que se mantengan las semejanzas con el muestreo aleatorio estratificado, pero no llegando a ser aleatorio. Si es destacable que es muy representativo por el alto porcentaje de representación.

El estudio se realizará en el Centro de Salud Visual, Dr. Sergio Sánchez Zubicueta, Red de Salud Visual, Arica, Chile.

3.6 Instrumento para recolección de información y procesamiento de los datos:

Como instrumento se utilizó:

- Un retinógrafo no midriático Topcon modelo TRC NW8 (*Topcon Corporation, Tokyo, Japan*) el cual almacena la fotografía del fondo de ojo capturada en el disco duro del computador.
- La información del diagnóstico se llevó junto a una ficha con los datos bio-socio-demográficos.

3.7 Análisis de los datos

Una vez depurada la base de datos en una planilla Excel, se llevó al software estadístico STATA versión 12.0se (Bill Gould, StataCorp, 1985) para el análisis estadístico, el cual se realizó de acuerdo a los objetivos y a los tipos de variables, para lo cual se analizó de forma exploratoria los datos y se determinaron medidas de posición, dispersión y forma.

Los datos referentes a la RD se recogieron siguiendo la clasificación realizada por la American Academy of Ophtalmology, que divide a la RD en: RD no aparente, RD no proliferativa (RDNP) leve, RDNP moderada, RDNP severa y RD proliferativa (RDP). El edema macular (EM) lo subdivide en EM leve, EM moderado y EM severo.

Se determinó la eficacia de las imágenes obtenidas por el Retinógrafo con la valoración de la retinografía y traspasando la información a una tabla y con el

cálculo de la sensibilidad de los resultados de la prueba ejecutada por el Tecnólogo Médico con mención en Oftalmología y los analizados por el Médico Oftalmólogo a través de la observación de las imágenes y su respectivo diagnóstico. La sensibilidad es la probabilidad de clasificar correctamente a un individuo enfermo, es decir, la probabilidad de que para un sujeto enfermo se obtenga en la prueba un resultado positivo. La sensibilidad es, por lo tanto, la capacidad del test para detectar la enfermedad.

Para todos los cálculos se utilizará:

VP= Verdaderos Positivos	VN= Verdaderos Negativos
FP=Falsos positivos	FN= Falsos Negativos

Para la sensibilidad se utilizó:

$$\text{Sensibilidad (\%)} = \frac{\text{VP}}{(\text{VP} + \text{FN})} \times 100$$

En donde: VP= Verdaderos Positivos FN= Falsos Negativos

La Especificidad es la probabilidad de clasificar correctamente a un individuo sano, es decir, la probabilidad de que para un sujeto sano se obtenga un resultado negativo. En otras palabras, se puede definir la especificidad como la capacidad para detectar a los sanos.

Se determinó la Especificidad del uso con la fórmula:

$$\text{Especificidad (\%)} = \frac{\text{VN}}{(\text{VN} + \text{FP})} \times 100$$

El valor global de la prueba o eficiencia de la prueba, indica la proporción de resultados válidos entre el conjunto de resultados. Es la probabilidad de que un individuo sea clasificado correctamente por la prueba aplicada.

Se determinó la Eficiencia del uso de la prueba con la fórmula:

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{\text{VP} + \text{VN}}{(\text{VP} + \text{FP} + \text{VN} + \text{FN})} \times 100$$

Para determinar la seguridad de la prueba diagnóstica, se determinará el valor predictivo positivo y negativo. El valor predictivo positivo (VPP) es la probabilidad de padecer la enfermedad si se obtiene un resultado positivo en el test. El valor predictivo positivo puede estimarse a partir de la proporción de pacientes con un resultado positivo en la prueba que finalmente resultaron estar enfermos.

Se determinó el valor predictivo positivo con la fórmula:

$$\text{VPP} = \frac{\text{VP}}{(\text{FP} + \text{VP})} \times 100$$

El valor predictivo negativo (VPN) es la probabilidad de que un sujeto con un resultado negativo en la prueba esté realmente sano. Se estima dividiendo el número de verdaderos negativos entre el total de pacientes con un resultado negativo en la prueba.

Se determinó el valor predictivo negativo con la fórmula:

$$\text{VPN} = \frac{\text{VN}}{(\text{FN} + \text{VN})} \times 100$$

La eficacia se determinó realizando un análisis comparativo de los resultados de las retinografías observadas y analizadas por el Tecnólogo Médico con los diagnósticos realizados por el Médico Oftalmólogo mediante el uso de telemedicina.

3.8 Método

Los procedimientos que se realizaron a los pacientes atendidos en el Centro de Salud Visual fueron los siguientes:

- A) Los pacientes fueron entrevistados para completar su información general para luego realizarse el examen en una habitación que disponía del retinógrafo y una computadora con conexión a internet.
- B) Aplicación de colirios midriáticos. Se aplicará una gota de Mydriacyl (Tropicamida al 1%, laboratorio Alcon, USA) y de Mydrfrin (Clorhidrato de Fenilefrina, Laboratorio Alcon, USA) cada 15 minutos en cada ojo por 2 veces.
- C) Captura de retinografías en ambos ojos. Se capturará una imagen retiniana de cada ojo utilizando un Retinógrafo marca Topcon, modelo TRC-NW8 siendo administrado por el software IMAGEnet 2000.
- D) Tonometría de aplanación o de aire para valorar la Presión Intra Ocular (PIO) en midriasis. Se midió la PIO después de la instilación de una gota en cada ojo de Anatelcon al 5% (Clorhidrato de Proparacaína, laboratorio Alcon, USA) y tinción de la lágrima con una cinta de Fluoresceína estéril (Haag-Streit, Switzerland), utilizando el tonómetro de aplanación modelo Perkins MK II (Clement Clarke, USA) de doble iluminación o el tonómetro de aire marca modelo CT-80 (Topcon, USA).

- E) Al momento de registrar la llegada de un paciente al Centro de Salud Visual, se le asignó un número de atención aleatorio y correlativo según el orden de llegada. Con este número se registraron las imágenes y fueron almacenadas en un computador, sin información ni asociación del paciente, para evitar robo de información, sesgo de género y etnia al momento del diagnóstico. Se exportarán en formato Joint Photographic Experts Group (JPG) las retinografías de los pacientes para ser subidas a Internet a través del software gratuito Dropbox en donde serán compartidas al médico oftalmólogo para que realice el informe con el diagnóstico y las indicaciones terapéuticas o de seguimiento. El link de acceso a la carpeta diaria de imágenes, era enviado por correo electrónico al profesional, quien, desde la capital de Chile, Santiago, situada a una distancia de 2.075 Kms, o desde cualquier lugar del mundo, realizaba la descripción y diagnóstico de la retinografía, dejando el informe en la misma carpeta.
- F) Las imágenes obtenidas en las retinografías y la información de los pacientes, se encuentran bajo la Ley “Sobre protección de la vida privada”, N° 19.628, del Derecho a la Privacidad, modificada por última vez el 17 de febrero del 2012. Además, se utilizó un consentimiento informado (Anexo 1) como indica la Ley que regula los “Derechos y deberes que tienen las personas en relación con acciones vinculadas a su atención en salud”, N° 20.584 del 1 de octubre del 2012, en su Párrafo 6, Artículo 14.
- G) Se cargaron las imágenes en el servidor de Dropbox, con el mismo número asignado para que el Médico Oftalmólogo, realizara la

descripción de la retinografía sin conocer la identidad, género o etnia del paciente.

H) El análisis de las imágenes por parte del Tecnólogo Médico, se realizó en una pantalla LCD (Lights cristal diode), marca Hewlet Packard, calibrada con RGSB estándar con el siguiente protocolo:

- a. Se reguló la ganancia de luminosidad del blanco.
- b. Se reguló el nivel de negro con la regulación del brillo
- c. Se ajustó la curva de respuesta o Gamma en las opciones de la tarjeta gráfica.
- d. Se configuró el refresco de la imagen a 85 Hz.
- e. Se utilizó la luz de la habitación apagada.

I) El médico oftalmólogo observó las imágenes en un Cinema Display de 21" marca Apple Macintosh de una resolución de 1400 x 1050 pixeles y bajo la calibración RGSB.

J) La captura y el almacenamiento, la clasificación de las imágenes se realizó siguiendo los criterios establecidos en la Guía Clínica del Ministerio de Salud de Chile (MINSAL) en el año 2010 (*Guía clínica Retinopatía Diabética, Ministerio de Salud de Chile, 2010*).

En la siguiente figura (Fig.25) se representa el flujo de información utilizando telemedicina en el cribado de RD.

Flujo de proceso de cribado de RD mediante Telemedicina

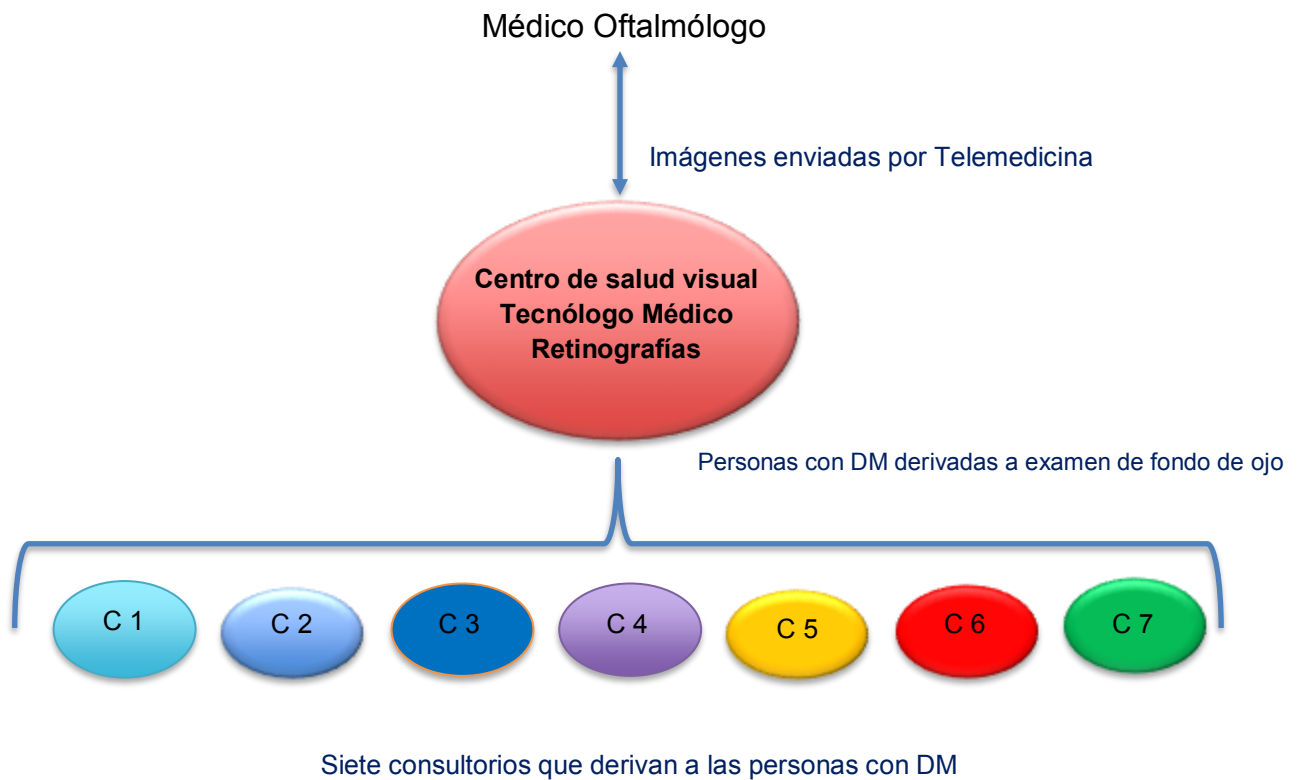


Figura 25. **Proceso de derivación Centro de Salud Visual.** Se derivó a 4.172 personas con DM tipo 1 y 2, pertenecientes a 7 consultorios de la ciudad de Arica, Chile, seleccionados por cuota. En Centro de salud Visual, se realizó retinografía la cual fue evaluada por el Tecnólogo Médico de Oftalmología y posteriormente por el Médico Oftalmólogo mediante telemedicina.

4 RESULTADOS

Para dar respuesta al Objetivo Específico número 1

Perfil bio-socio-demográfico de la población en estudio.

El total de 4.172 personas estudiadas cumplían con los criterios de inclusión. La valoración de la información epidemiológica se llevó a cabo en planillas digitales entrevistando directamente a cada una de las personas y completando su historia clínica. Se dispuso de la información completa para el análisis de la totalidad de la muestra.

4.1.1 Edad Media de la muestra

La edad media de los 4.172 pacientes que constituían nuestra muestra fue de 62,6 años. En el análisis de las personas participantes en el estudio, se puede determinar que aquel con menor edad registrada, tenía 20 años de vida y el de mayor edad registrada era de 97 años. La desviación estándar para el cálculo de la edad media de las personas fue de 11,3 años, lo que indica que las edades no se encuentran distribuidas de forma homogénea cercana a la media (Tab.1).

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
edad	4172	62.62057	11.30848	20	97

Tabla 1. *Tabla de valores de distribución en años de la muestra.*

4.1.2 Distribución de la muestra según la edad de los participantes

En el histograma (Graf. 1) se observa que la mayor concentración de las personas que padecen diabetes está entre los 40 y 82 años. La mayor concentración se encuentra entre los 60 y 70 años, teniendo un pico mayor de concentración a los 68 años.

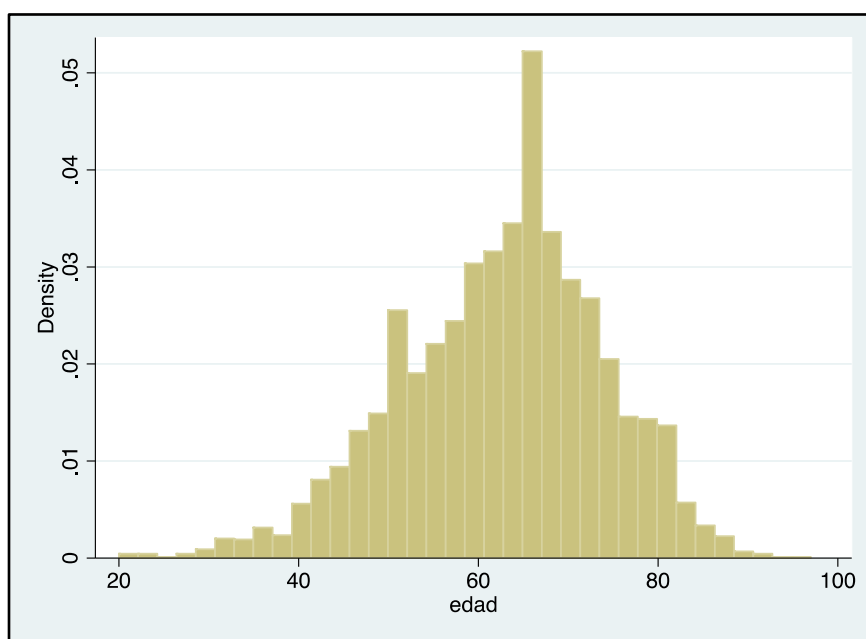


Gráfico 1. Distribución de la muestra por edad (n= 4.172)

4.1.3 Tiempo de padecimiento de la enfermedad

Del total de la muestra en estudio el tiempo promedio de padecimiento de DM es de 8,1 años. El tiempo mínimo de evolución fue de un año y el máximo de 55 años, siendo la desviación estándar para estos valores de 7,8 años.

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
anodm	4172	8.145494	7.803427	1	55

Tabla 2. Duración de la enfermedad (n= 4.172)

El gráfico 2 representa la distribución del tiempo de padecimiento de DM en años, observándose que la mayor concentración se encuentra entre los 1 y 20 años y que el tiempo medio de padecimiento de la enfermedad es de 8 años.

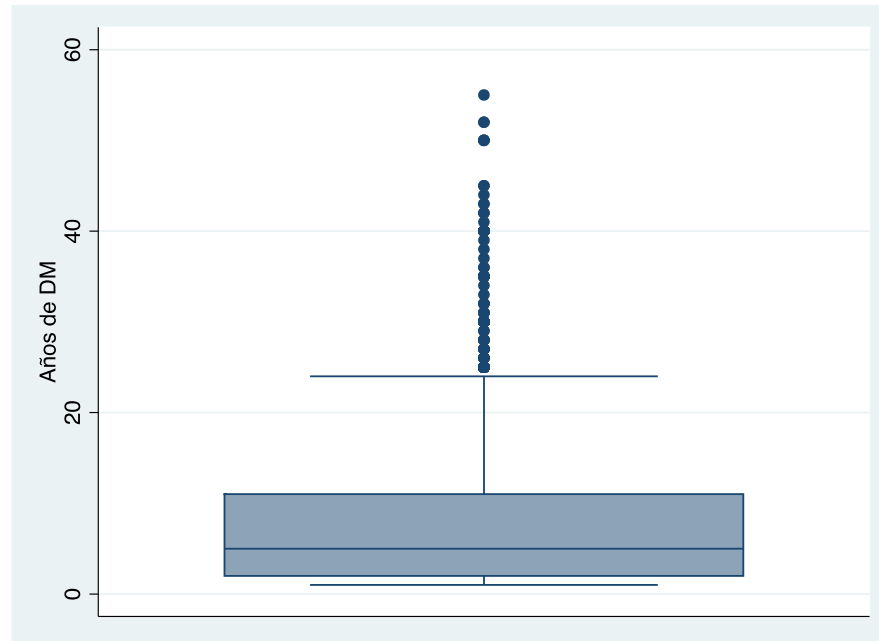


Gráfico 2. *Distribución del tiempo de padecimiento de DM (n= 4.172)*

4.1.4 Tiempo de evolución de la diabetes mellitus

Al analizar el tiempo medio de la evolución de la DM en años en los pacientes con DM de nuestro estudio distribuidos en periodos de 5 años, se observa que el periodo más frecuente es entre los 0 y 5 años, correspondiendo el 48,3% (2.015 pacientes), seguido por el rango entre los 6 y 10 años, mientras que el periodo de evolución con menor frecuencia es el de 21 a 25 años con el 2,56% (105 pacientes) (Tab. 3).

Categoría	Distribución	
	Frecuencia	Porcentaje
Entre 0 a 5 años de DM	2.015	48,3%
Entre 6 a 10 años de DM	1.158	27,7%
Entre 11 a 15 años de DM	458	11%
Entre 16 a 20 años de DM	295	7,1%
Entre 21 a 25 años de DM	105	2,5%
26 años o más de DM	141	3,4%
	4.172	100%

Tabla 3. Distribución de la evolución de la DM en periodos de 5 años (N=4.172)

4.1.5 Prevalencia de opacidad de medios detectada en personas de la muestra en estudio

De la muestra en estudio (n=4.172), se observó que el 2.2% (n=93) presentaba opacidad de medios transparentes en el ojo derecho y 1.8% (74) en el ojo izquierdo. La prevalencia total de opacidad de medios es del 4% (n=167). (Tab. 4).

Opacidad de medios (n=4.172)		
Ojo	Frecuencia	Porcentaje
Ojo derecho	93	2.2%
Ojo izquierdo	74	1.8%
Total	167	4%

Tabla 4. Prevalencia de opacidad de medios transparentes en la muestra en estudio es del 4%, equivalente a 167 personas.

Para dar respuesta al Objetivo Específico número 2

Determinar la prevalencia y otros datos epidemiológicos de la Retinopatía Diabética en la población de estudio.

4.2.1 Prevalencia de RD en la muestra en estudio.

La Tabla N°5 representa el total de personas con DM, 567 (13,6%) presentó RD en al menos uno de los ojos. Fueron detectados sin RD 3.605 personas (86,4%).

Estado	Frecuencia	Porcentaje
Con RD	567	13,6%
Sin RD	3.605	86,4%
TOTAL	4.172	100%

Tabla 5. Distribución de personas con RD y sin RD (n=4.172)

4.2.2 Distribución de la frecuencia de RD por ojo

El 100% de personas con RD (n=567), la presentaba en el ojo derecho y 545 en el ojo izquierdo, equivalente al 96,1%. En ambos ojos, la frecuencia fue de 457 personas, correspondiente al 80,6%. (Tab.6)

Ojo	Frecuencia	Porcentaje
Derecho	567	100%
Izquierdo	545	96.1%
Ambos ojos	457	80.6%

Tabla 6. Distribución de personas con RD y sin RD (n=4.172)

4.2.3 Correlación del grado de RD

Del total de personas con RD, 457 personas presentaron RD en ambos ojos. Para estos casos, se calculó el grado de correlación entre ambos grados de retinopatía, la que se estableció en un acuerdo porcentual de 76,8%, siendo este considerado como buena correlación ($\kappa=0,641$. Pi Scott=0,639) (Tab.7)

Acuerdo	Pi de Scott	Kappa de Cohen	Nº acuerdos	Nº desacuerdos	Nº de casos
76,8	0,639	0,641	351	106	457

Tabla 7. Correlación del grado de RD entre ambos ojos. La correlación es alta por el indicador de Kappa de Cohen. Se demostró en la comparación, 351 acuerdos de un total de 457 casos analizados.

4.2.4 Tiempo de evolución de la diabetes mellitus en personas con RD

El tiempo medio de la evolución de la DM en periodos de 5 años, se observa que el más frecuente es entre 0 y 5 años, correspondiendo al 27% (153 pacientes), seguido por el rango de los 6 y 10 años, mientras que el con menor frecuencia es el de 21 a 25 años con el 5,7% (32 pacientes) (Tab. 8).

Categoría	Distribución	
	Frecuencia	Porcentaje
Entre 0 a 5 años de DM	153	27.0%
Entre 6 a 10 años de DM	142	25.0%
Entre 11 a 15 años de DM	112	19.8%
Entre 16 a 20 años de DM	83	14.6%
Entre 21 a 25 años de DM	32	5.7%
26 años o más de DM	45	7.9%
	567	100%

Tabla 8. Distribución de la DM en personas con RD en periodos de 5 años (N=567)

4.2.5 Distribución de la RD según el tipo

El tipo de RD más frecuente fue la Retinopatía Diabética no Proliferativa (RDNP), representando un 93.7% y la Proliferativa (RDP) un 6.3% (Tab.9).

Variable	Categoría	Distribución	
		Frecuencia	Porcentaje
Tipo de Retinopatía	RD No Proliferativa	531	93.7%
	RD Proliferativa	36	6.3%
	TOTAL	567	100%

Tabla 9. Distribución del tipo de RD.

4.2.6 Distribución de la RD según su grado de evolución

La distribución según el grado de evolución fue mayor en la RDNP leve con un 55,9% y la menos frecuente la RDNP muy severa con 0,9%. De la RDP, la con mayor frecuencia fue la RDP avanzada con un 2,3% y la de menor frecuencia, la RDP leve, con un 1,2% (Tab.10).

Variable	Categoría	Distribución	
		Frecuencia	Porcentaje
Tipo de RD Según Estadios	RDNP Leve	317	55.9%
	RDNP Moderada	145	25.6%
	RDNP Severa	64	11.3%
	RDNP Muy severa	5	0.9%
	Sub TOTAL	531	93.7%
	RDP Leve	7	1.2%
	RDP Moderada	6	1.1%
	RDP Alto Riesgo	10	1.7%
	RDP Avanzada	13	2.3%
	Sub TOTAL	36	6.3%
	TOTAL	567	100%

Tabla 10. Distribución de la RD según el grado de evolución.

4.2.7 Distribución de la RD según el tipo de DM

La distribución de la RDNP según el tipo de DM, se distribuye con un 77% (n=409) correspondiente a la tipo 2 y un 23% (n=122) a la DM tipo 1 (Tab. 11).

TIPO DM	RDNP	%
1	122	23
2	409	77
TOTAL	531	100

Tabla 11: *Distribución de la RDNP según el tipo de DM.*

La distribución en la RDP, un 58,3% (n=21) corresponde a personas con DM tipo 1 y un 41,7% (n=15), padecían DM tipo 2 (Tab.12).

TIPO DM	RDP	%
1	21	58,3
2	15	41,7
TOTAL	36	100

Tabla 12: *Distribución de la RDP según el tipo de DM.*

4.2.8 Relación entre los años de DM y el grado de severidad de la RD

En el gráfico N° 3 se observa la relación entre los años de padecimiento de DM y el grado de RD. Se observa la mayor frecuencia de RDNP leves con un 72% (n=109) y se encuentra en los pacientes con menor evolución de 0 a 5 años. La RD moderada es más frecuente por sobre los 25 años de evolución, siendo la RDNP severa y avanzada las más frecuentes en el periodo de 20 a 25 años. (Gráf. N° 3 y Tabla 13)

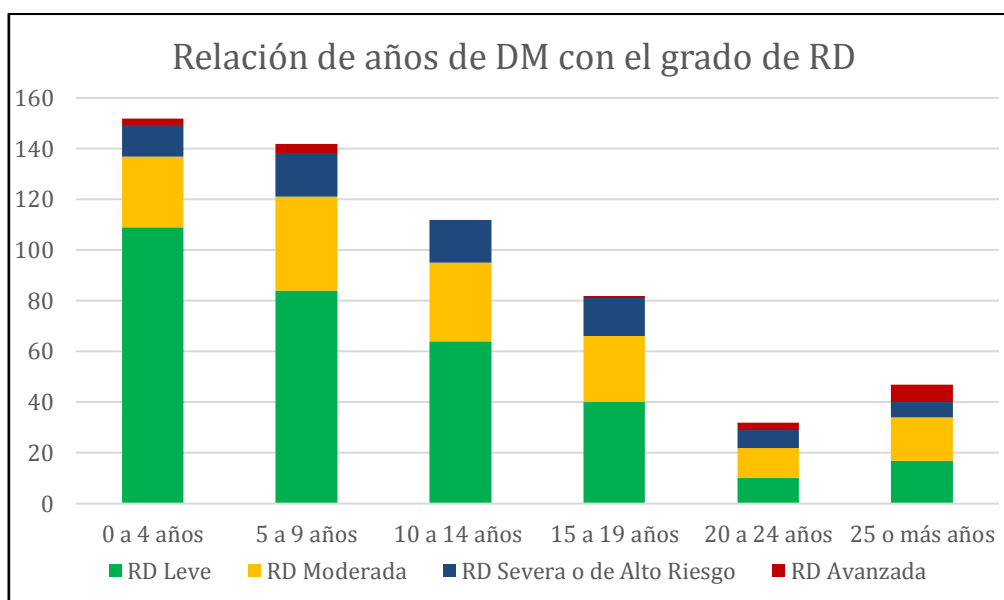


Gráfico 3. Relación de los años de evolución de DM relacionado con el grado de RD según la severidad (n= 567)

Rangos de años de padecimiento de DM	Nº de personas según grado de severidad de RD				
	Leve	Moderada	Severa o de Alto Riesgo	Avanzada	Total
0 a 5 años	109 71.7%	28 18.4%	12 7.9%	3 2.0%	152 26.8%
6 a 10 años	84 59.2%	37 26.1%	17 12.0%	4 2.8%	142 25%
11 a 15 años	64 57.1%	31 27.7%	17 15.2%	0 0.0%	112 19.8%
16 a 20 años	40 48.8%	26 31.7%	15 18.3%	1 1.2%	82 14.5%
21 a 25 años	10 31.3%	12 37.5%	7 21.9%	3 9.4%	32 5.6%
26 años o más	17 36.2%	17 36.2%	6 12.8%	7 14.9%	47 8.3%
Total	324 57.1%	151 26.6%	74 13,1%	18 3.2%	567 100.0%

Tabla 13: Correlación del grado de severidad de la RD y la evolución de la DM en periodos de 5 años.

4.2.9 Distribución por sexo y grado de severidad RD

La distribución de las personas con RD se observa que predomina el sexo femenino con un 55,2% (n=313), sobre el sexo masculino 44,8% (n=254). De las mujeres con RD el 58,8% presentan una RD leve y el 1,6% padecen una RD avanzada. De los hombres con RD el 57,1% padecen una RD leve y el 2,8% una RD avanzada (Tab. 14)

SEXO DE LAS PERSONAS		SEVERIDAD				Total
		Leve	Moderada	Severa o de Alto Riesgo	Avanzada	
Femenino	Nº mujeres	183	80	45	5	313
	% de mujeres	58,8%	25,6%	14,4%	1,6%	100%
	% del total	32,3%	14,1%	7,9%	0,9%	55,2%
Masculino	Nº hombres	145	74	28	7	254
	% de hombres	57,1%	29,1%	11,02%	2,8%	100%
	% del total	25,6%	13,1%	4,9%	1,2%	44,8%
Total	Recuento	328	154	73	12	567
	% del total	57,8%	27,2%	12,8%	2,2%	100,0%

Tabla 14. Relación entre el sexo y el grado de severidad de la RD.

4.2.10 Distribución de la severidad de la RDNP y RDP y frecuencia en OD y OI en población con DM y población con RD.

La tabla número 15, nos muestra la distribución del grado de severidad de RDNP y RDP, en OD (n=567) y OI (n=545) y su relación porcentual sobre la muestra total de personas con DM (n=4.172) y sobre los con RD respectivamente (OD n=567; OI n=545). Se observa que los porcentajes totales de cada ojo, estimados sobre la población total, tienen una diferencia de 0,053, lo que no es significativo sobre el total de la muestra en estudio.

Diagnóstico	Número total OD	Porcentaje n=4.172	Porcentaje n=567	Número total OI	Porcentaje n=4.172	Porcentaje n=567
RDNP leve	329	7,89%	58	296	7,09%	54,3
RDNP moderada	112	2,68%	19,8	151	3,67%	27,7
RDNP severa	80	1,92%	14,1	45	1,08%	8,3
RDP leve	7	0,17%	1,2	12	0,29%	2,2
RDP moderada	25	0,6%	4,4	31	0,7%	5,7
RDP alto riesgo	14	0,34%	2,5	10	0,24%	1,8
TOTAL	567	13,6%	100%	545	13,07%	100%

Tabla 15. Relación entre el sexo y el grado de severidad de la RD.

4.2.11 Prevalencia de Edema Macular según el ojo y la severidad de la RD

De las 567 personas con RD, se observaron 72 de Edema Macular asociados a algún tipo de RD. La distribución por ojo y tipo de RD se pueden observar en la Tabla 16.

Variable	Categoría	Casos	Distribución	
			Frecuencia	Porcentaje
Edema macular	Ojo derecho	32 RDNP mod	48	66.7%
		7 RDNP severa		
		9 RDP avanzada		
	Ojo izquierdo	12 RDNP severa	16	22.2%
		4 RDP avanzada		
	Ambos ojos	Mixtas	8	11.1%
	TOTAL		72	100%

Tabla 16. *Distribución del Edema Macular, según la lateralidad del ojo y la severidad de la RD (n= 567).*

Para dar respuesta al Objetivo Específico número 3

Comparar los resultados del cribaje realizado por el Tecnólogo Médico de oftalmología (T.M.O) mediante observación de imágenes con los resultados diagnósticos del Médico Oftalmólogo (MD.O).

4.3.1 Determinación de la especificidad de la prueba entre profesionales

La Tabla N°17 representa la relación entre el valor predictivo y la especificidad de la prueba, en donde se comparan los resultados del cribaje de los profesionales en ambos ojos, en donde la correlación entre ambos profesionales se expresa en verdaderos positivos y negativos y falsos positivos y negativo:

		Tecnólogo Médico		TOTAL
		+	-	
Médico Oftalmólogo	+	VP	FN	CON RETINOPATÍA
	-	FP	VN	SIN RETINOPATIA

VP= Verdaderos positivos FP= Falsos Positivos VN= Verdaderos Negativos FN= Falsos Negativos

Tabla 17. Método mediante el cual se determinó la especificidad de la prueba, comparando los resultados del cribaje. Se evaluarán las coincidencias en la identificación de padecer RD y no padecerla. Se consideran aciertos los verdaderos positivos y los verdaderos negativos. La evaluación se realizó utilizando telemedicina y la observación de imágenes de ambos ojos en personas con DM (n=4.172)

Al comparar el diagnóstico de la RD por los dos profesionales, coinciden en el diagnóstico de RD (verdaderos positivos o sensibilidad) en el 98,4% y descartan ambos la presencia de RD (verdaderos negativos o especificidad) en el 95,23%.

Médico Oftalmólogo	Tecnólogo Médico Oftalmología		TOTAL
	SI	NO	
Si	540	27	567
	95,23%	4,76%	95,23%
No	58	3.547	3.605
	1,60%	98,39%	1,60%
TOTAL	598	3.574	4.172

Tabla 18. La determinación de la especificidad de la prueba, demuestra una sensibilidad del 95.23% y una especificidad del 98,39% para la evaluación de las imágenes de las 4.172 personas que padecen DM.

Para dar respuesta al Objetivo Específico número 4

Determinar la sensibilidad y eficiencia del uso del Retinógrafo por el Tecnólogo Médico para el diagnóstico de Retinopatía Diabética.

4.4.1 Determinación de la Sensibilidad y Especificidad del uso del retinógrafo y la telemedicina por el Tecnólogo Médico en Oftalmología.

$$\begin{aligned}\text{Sensibilidad (\%)} &= \frac{\text{VP}}{(\text{VP} + \text{FN})} \times 100 \\ &= \frac{540}{540 + 27} \times 100 \\ &= \mathbf{95,23\%}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Especificidad} &= \frac{\text{VN}}{\text{VN} + \text{FP}} \times 100 \\ &= \frac{3.547}{3.547 + 58} \times 100 \\ &= \mathbf{98.39\%}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Eficiencia} &= \frac{\text{VP} + \text{VN}}{\text{VP} + \text{VN} + \text{FP} + \text{FN}} \times 100 \\ &= \frac{4.087}{4.172} \times 100 \\ &= \mathbf{97.96\%}\end{aligned}$$

Valor predictivo positivo

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{VP}}{(\text{FP} + \text{VP})} \times 100 \\ &= \frac{540}{(58 + 540)} \times 100 \\ &= 90,30\% \end{aligned}$$

La probabilidad de tener la enfermedad es de un 90,30% ya que el valor predictivo de la prueba fue positivo.

Valor predictivo negativo

$$\begin{aligned} &\frac{\text{VN}}{(\text{FN} + \text{VN})} \times 100 \\ &= \frac{3.547}{(27 + 3.547)} \times 100 \\ &= 99,24\% \end{aligned}$$

La probabilidad condicional de reconocer a los pacientes que no padecen la enfermedad es de un 99,24% ya que el valor predictivo de la prueba fue negativo.

Para dar respuesta al Objetivo Específico número 5

Determinar los costos de implementación del sistema en la Atención

Primaria en Salud.

4.5.1 Determinación de los costes del sistema de cribaje por Telemedicina

Para la determinación de los costos de implementación del sistema de Atención Primaria en Salud (APS) visual que permita el cribaje de RD, es necesario definir los recursos necesarios para ello:

Recurso Físico

1 box de atención Tecnólogo Médico 8mt² a 12 mt² (tamaño sugerido)

Box debe poder oscurecerse y tener lavamanos.

Recurso de Equipamiento:

- Tonómetro de aplanación manual. 1.300 € (única vez)
- Oftalmoscopio indirecto. 472 € (única vez)
- Oftalmoscopio directo. 944 € (única vez)
- Retinógrafo completo para registro fotográfico de fondo de ojo.
Incluye de fábrica computador con licencia de sistema operativo y software, antivirus por 1 año, monitor, impresora y mesa eléctrica regulable en altura. 23.600 € (única vez)
- Conexión de internet. 50 € (por mes)

Recurso Humano

El equipo de salud debe estar compuesto por:

- 1 Técnico Paramédico (44 horas semanales) 620 € (por mes)
- 1 Tecnólogo Médico (44 horas semanales) 1.320 € (por mes)
- Médico contratado 44 horas semanales: 8.200 € (por mes).

Material Fungible

- Proparacaína 36 € (por cada 200 pacientes)
- Mydriacil 36 € (por cada 200 pacientes)
- Mydrfrin 36 € (por cada 200 pacientes)
- Algodón 36 € (por cada 200 pacientes)
- Material Aseo 36 € (por cada 200 pacientes)

Actividades del equipo de salud oftalmológico

Técnico Paramédico

Función Administrativa:

- Recepción y registro de Interconsulta.
- Preparación de ficha clínica del paciente.
- Envío Contrarreferencia a establecimiento derivador.

Función Asistencial:

- Preparación del paciente

Tecnólogo Médico

Función Administrativa y de Gestión:

- Priorizar Interconsultas para una adecuada atención y derivación a los niveles secundario y terciario.
- Controlar, mantener y solicitar los materiales y equipamientos que necesite la Unidad, para su adecuado funcionamiento.

- Supervisar, asesorar y educar permanentemente al personal técnico paramédico que trabaja en la Unidad.
- Mantener y controlar el adecuado registro de los datos generados en la Unidad.
- Generar con el resto del equipo de salud oftalmológico y/o familiar información relevante a partir de los datos registrados.
- Capacitar al personal de salud local y realizar promoción de salud a la población general.

Función Asistencial:

- Evaluar a pacientes, a través de anamnesis y examen básico, que incluye: Tonometría ocular, evaluación pupilar (rojo pupilar y reflejos pupilares), realizar determinar necesidad de dilatar pupila para examen, captura de imágenes de fondo de ojo con Retinógrafo.
- Ejecutar el cribaje y selección de pacientes con alteraciones e informar a Médico Especialista.
 - Valor hora estimada: 8,25 € aprox.

Médico Oftalmólogo

Función Asistencial

- Chequeo de imágenes del cribaje de RD.
- Fondo de ojos en pacientes diabéticos que el cribaje no logró determinar resultados.
- Participar activamente en la capacitación gestionada a Médicos de Atención Primaria en Salud.

- Registro de atención en ficha clínica y elaboración de documentos (Solicitud de interconsulta (SIC), Informe Proceso Diagnóstico (IPD) si corresponde, entre otros)

El rendimiento esperado para la actividad médica es:

- Consulta: 4 pacientes por hora
- Procedimientos: 2 pacientes por hora

Valor hora estimada: 51,25 € aprox.

4.5.2 Comparación de costes entre profesionales.

En la tabla N° 19 se expone el valor hora de cada profesional en Euros (€), y el número de atenciones establecidas por el MINSAL para el profesional Médico. La diferencia en remuneración por hora es del 83,9%. El cálculo se determinó estimando 20 días laborales al mes y considerando las 8 horas legales de trabajo establecidas en Chile.

PROFESIONAL	VALOR HORA	N° ATENCIONES
Médico	51,25 €	4
Tecnólogo Médico	8,25 €	4
DIFERENCIA	43.00 € 83,9%	

Tabla 19. Comparación de los costes de los profesionales por hora y el rendimiento de atención a pacientes por hora.

En la tabla N° 20 se proyecta la inversión en habilitación de un sistema de cribaje utilizando telemedicina y un retinógrafo financiado

Con la implementación de la telemedicina, el retinógrafo y el Tecnólogo Médico de Oftalmología, el ahorro mensual es de 6,880 €. Este ahorro permite financiar en 4 meses la inversión inicial en equipamiento del modelo de cribaje de RD.

Inversión inicial en equipamiento	26.400 €
Ahorro mensual	(43 € x 8 hrs) x 20 días 6.880 € mensuales
Ahorro Total	6.880 € x 4 meses = 27.200 €

Tabla 20. Costes de inversión inicial del modelo de cribaje y ahorro mensual y total.

5 DISCUSIÓN

5.1 Participación y selección de la muestra por cuota

Las características geográficas de Chile, sumado a las políticas administrativas del país, hacen que el comportamiento demográfico sea centralizado, concentrándose la población mayoritariamente en la zona central del país, cercana a la capital de la República, Santiago (*Riffo, 2007*). Esta característica hace que las condiciones de vida en la región de Arica y Parinacota, sean distintas a las del centro del país, no solo en calidad de vida sino en el acceso a servicios básicos como la salud y la educación de calidad. Dichas diferencias quedan demostradas por indicadores económicos como el Producto Interno Bruto (PIB), de tal modo que la zona central del país representada por la Región Metropolitana, tiene un 47,8% del PIB, mientras que una zona en el extremo norte del país como es la Región de Arica y Parinacota (donde se ha realizado este estudio) y de Tarapacá, tiene un 3,4% (*Ministerio de desarrollo y Planificación Social y Banco Central de Chile, 2007*).

A pesar de esta gran diferencia en la distribución económica reflejada en el PIB y en la información en materia de calidad en la educación y salud, tanto las políticas públicas en ambas materias como el sistema legislativo y de administración en salud, son las mismas para todo Chile. El modelo de atención primaria en salud no se diferencia por políticas regionales de atención a pesar de las grandes diferencias que existen en el país, tanto en lo que se refiere a la población, número de habitantes y distribución demográfica etaria, como a las condiciones climáticas: clima desértico en el norte, donde se sitúa la ciudad de Arica y clima estepario, frío en el sur, en Punta Arenas. El enfoque sanitario es mantenido por las administraciones regionales, no pudiendo perfilar la planificación ni las intervenciones sanitarias según el tipo de habitantes o según

las enfermedades más dominantes en cada región, lo que aumenta las inequidades territoriales en salud. Autores como *Braveman et al.*, en el año 2003, *Tunstall et al.*, en el 2004, *O'Dwyer et al.*, en el 2007, y *Burows et al.*, en el 2009, señalan que la investigación que se ha realizado de forma relevante en geografía, epidemiología y salud pública ha demostrado que el lugar donde la gente vive afecta de manera significativa a su salud. La importancia del lugar donde se vive se ha vuelto cada vez más relevante en materia de salud pues incorpora aspectos sociodemográficos, culturales e históricos esenciales para su mantenimiento. Esto hace que el individuo, su entorno familiar, social, cultural y geográfico, sean determinantes para la elaboración de los procesos de análisis de políticas públicas en salud. El análisis por situación geográfica se puede realizar a distintos niveles, entre ellos el regional, el comunal, o bien por atributos como el de ruralidad o etnia, siempre considerando los factores antes señalados, para así poder realizar intervenciones en salud adecuadas a la realidad de cada localidad (*Ministerio de Salud de Chile, 2010*).

Debido a la diversidad cultural propia del territorio y de sus antepasados, se ha logrado que se establezcan políticas que favorezcan el desarrollo e intercambio intercultural entre las comunidades, incorporando centros de salud bilingües con personal que facilita la traducción entre la etnia de origen y el castellano, además de permitir el uso de medicinas complementarias, respetando las creencias de los habitantes (*Mignone, et al. 2007*).

Este contexto hace que, para este estudio, la selección de la muestra fuera determinada por las características propias del modelo de Atención Primaria de Salud en Chile (APS), el cual se basa en un modelo de salud familiar intersectorial implementado y administrado desde el Servicio de Salud de cada

Municipio, siendo este dependiente de las directrices y de las políticas propias del Ministerio de Salud del Estado de Chile. El modelo de APS dispone, en la ciudad de Arica, de Consultorios de Salud o Centros de Salud Familiar, los cuales están distribuidos geográficamente en diferentes lugares de la ciudad, teniendo a cargo la atención de la población adscrita a ese centro de salud. Esto hizo que la selección del método para determinar la población y la muestra en estudio fuese por cuota, siendo este el marco de referencia para obtener el total de las 4.172 personas con DM tipo 1 y 2 que participaron en el estudio. El sistema público de Salud de Chile, atiende a más del 80% del total de habitantes del país y de ellos, al 91% del total de los adultos mayores de 60 años (*Cuenta Pública Fondo Nacional de Salud, FONASA, Ministerio de Salud, Chile, 2014*).

Si consideramos la distribución demográfica actual de Chile, se observa un índice de envejecimiento que se duplica con respecto a la década de 1980. Aun así, debemos considerar que el grupo etario de mayores de 60 años se ha incrementado en los últimos 21 años y que en la actualidad tiende a incrementarse 14 veces más que durante el siglo XX (*Moreno y Miles, Servicio Nacional del Adulto Mayor, 2003*). Esto es coincidente con los resultados obtenidos en esta investigación en donde la edad media de la población estudiada sobrepasa los 60 años. En Chile, los patrones de mortalidad han cambiado bruscamente. La mortalidad general se ha reducido de 8.7 muertos por mil habitantes a 5.5, entre 1970 y 1999. En relación a esto, cabe destacar que la esperanza de vida se incrementó de 54,5 años a 75,2 en el periodo 1950-2000. Este escenario lleva a un cambio importante en la pirámide de población: la población se concentra cada vez más en individuos de mayor edad. Para el 2050, se espera que el grupo de mayores de 60 años pase a ser el 25% de la población

total del país (*Cerda et al. 2006*). En la actualidad, los adultos mayores tienen 6,8 veces más riesgo de tener DM en comparación con el grupo de 25-44 años. Se prevé que la proporción de personas mayores de 65 años, aumentará 113% para el 2035. Esto podría significar que la proporción del gasto en salud destinado a DM aumentará al doble (*Encuesta Nacional de Salud 2009-2010*). En 2014, el gasto destinado en Chile a asistencia sanitaria fue de 21.200 millones de dólares, de los cuales, un 10,2%, fue invertido en DM, esto es, más de 2 mil millones de dólares.

Lo anterior significa un promedio de 1.427 dólares por persona diabética por año (*Global Health Expenditure Data Base: <http://apps.who.int/nha/database>. 2015*). Esto demuestra, que al cambiar la pirámide poblacional y aumentar la esperanza de vida de la población, las enfermedades metabólicas crecerán, haciendo que el coste por persona sea mayor. El modelo presentado en esta investigación, disminuye el gasto sanitario en una parte del proceso diagnóstico de enfermedades propias de la DM.

Los resultados de nuestro estudio sobre telemedicina asociada al retinógrafo en una muestra de 4.172 personas, son comparables con otros trabajos en los que se ha demostrado que el uso de la telemedicina y el retinógrafo para el cribaje y la detección de la RD, es una de las intervenciones en salud con mejor relación coste efectividad, (*Sainz, 2010; Martínez, 2012; Bashur, 2015*). En nuestro trabajo, el total de la población analizada estaba formada por sujetos en los que fue posible realizar la valoración del estado retiniano además de poder evaluar la sensibilidad de la prueba aplicada por 2 profesionales del equipo de salud visual. No hubo artefactos o condiciones clínicas que hicieran variar el método y modelo de estudio, el cual permitió el

acceso a los pacientes para el control de la enfermedad.

En relación a las características de las personas participantes en este estudio no se observó diferencias significativas al analizar variables como el sexo y la edad con respecto a otros estudios, aunque del total de sujetos estudiados, el número de personas del sexo femenino fue mayor, coincidiendo con los resultados obtenidos por Rohit et al., en el 2004. Este dato es concordante con el análisis demográfico del país, donde la prevalencia de mujeres es mayor que el número de varones: el CENSO describe la existencia en Chile de un total de 8.513.327 mujeres y 8.059.148 hombres, siendo la relación de 94.67 hombres por cada cien mujeres (*CENSO de Chile, 2013*).

La edad media de los participantes que padecían DM en este estudio fue de 62 años de edad, alejándose en 9 años de la edad media del estudio realizado por Al. Alawi et al., en el año 2012 en una población del Este de África (*Al Alawi et al. 2012*). En el estudio de Al Alawi, el valor determinado de edad media podría atribuirse al perfil de los participantes que padecen DM, ya que son: aquellos que ya padecen la enfermedad y han tenido controles previos, los nuevos casos de DM tipo 1 y los que después de 4 años padecen DM tipo 2. Aun así, los resultados obtenidos en África, incluyen personas que padecen RD considerando el estado retiniano más afectado entre ambos ojos y la descripción de cada uno por separado. Esto hizo que se duplicase el número de observaciones de imágenes y mejorase el análisis de sensibilidad y especificidad de la retinografía como prueba diagnóstica, ya que el protocolo clínico indicaba que si al menos en uno de los ojos se requería diagnóstico y tratamiento, este se incluyera en el estudio.

Si observamos la Encuesta Nacional de Salud del año 2010 (*Ministerio de Salud de Chile, 2010*), el Ministerio de Salud estima una *prevalencia de DM* en Chile del 9,4%, la cual es diferente a la presentada por la sexta edición del International Diabetes Federation (IDF) del año 2013 (*IDF, 2013*), en donde se estima una prevalencia del 10,36%, lo que demuestra que hubo un aumento de las personas que padecen DM en un 0,96% en tres años. Estas cifras permiten establecer números aproximados de personas que padecen DM y que debieran habitar Arica y Parinacota. Tomando la primera cifra establecida por el Ministerio de Salud de Chile (MINSAL), y haciendo un análisis de la población chilena y de su distribución en las regiones y ciudades, y teniendo en cuenta el cálculo del total de adultos entre los 18 y 79 años, es posible definir que de las 14.811 personas que padecen DM y que habitan la región de Arica y Parinacota, en este estudio participó el 28,1% del total de personas con DM en esta población. Esto se logró, por el tipo de muestreo utilizado que hizo altamente representativo el modelo de atención primaria de la ciudad. La selección de la muestra fue por cuota. La derivación desde todos los centros de salud de la ciudad hacia el centro de salud visual, hizo que la selección de la muestra fuera además aleatoria, con el criterio principal de padecer DM. De la totalidad de las personas que necesitaban la evaluación del estado retiniano, requerido por la administración del servicio de salud central de la ciudad, el cribaje realizado en este estudio completó el 88% del total de las evaluaciones. Este 88%, se compone de todos aquellos pacientes que requieren el control de fondo de ojo según la guía clínica de RD del MINSAL.

El tiempo medio de padecimiento de DM en esta investigación, fue de 8,1 años. Esta cifra no es elevada en comparación al obtenido en un estudio de 457

personas con DM, en donde el tiempo de evolución de la enfermedad fue de 10.5 años (Gimeno et al, 2014). Esta diferencia podría deberse, en parte, a que las personas que participaron en nuestro estudio, fueron aquellos nuevos casos de DM y algunos sujetos que, en controles anteriores, no presentaron signos de RD.

El *protocolo clínico* utilizado en este estudio, fue el de controlar a los pacientes sin signos de RD de forma anual o al menos cada dos años, norma establecida por el MINSAL en el año 2010 (*Guía clínica Retinopatía Diabética, Ministerio de Salud de Chile, 2010*). El protocolo Chileno es similar al publicado por Marozas et al., utilizando las mismas metodologías de evaluación y control que en los Estados Unidos de América (Lauren et al. 2014). Estos autores sugieren que las personas diagnosticadas de DM tipo 1, tengan una evaluación oftalmológica transcurridos entre 3 a 5 años desde el diagnóstico de la enfermedad y los diagnosticados de DM tipo 2, inmediatamente tras el diagnóstico.

En esta investigación, en el total de personas participantes se realizaba el seguimiento evolutivo y el control de su enfermedad metabólica en la atención primaria de salud, por lo que es importante considerar que estos pacientes estando adscritos a los consultorios de salud municipal, reciben educación sanitaria sobre el control glicémico y sistémico de la enfermedad, lo que permite afirmar que la población estudiada dispone de las herramientas básicas para llevar a cabo un adecuado control. Esto favorece positivamente a las personas tal y como refleja el estudio de Deakin et al., en el 2005, quienes han demostrado que el autocuidado mejora el comportamiento de las personas frente a su enfermedad y disminuye la aparición de complicaciones propias de la evolución de la patología.

5.2 Diabetes mellitus y Retinopatía Diabética

Para evitar el aumento de la ceguera por causas prevenibles, entre las que se encuentra la RD, se deben considerar herramientas que garanticen el acceso a la salud, la prevención de enfermedades oculares, el mantenimiento de la calidad de vida de las personas y la promoción de la salud. Pascolini et al., en el 2012, demostraron que los procesos administrativos del Estado y de los sistemas sanitarios son determinantes en el control de las enfermedades visuales.

Debemos considerar que ha sido demostrado que la DM en el mundo ha ido en aumento, transformándose en un problema de Salud Pública para los sistemas administrativos de salud y para las familias de quienes padecen la enfermedad, ya que interviene en los procesos familiares internos y en el de los individuos que la componen, que deberán modificar hábitos alimenticios y estilos de vida. Esto ha quedado de manifiesto en el texto de Prioridades Nacionales Iniciales para la Investigación comparativa efectiva (*Sheldon et al. 2009*).

Cuando no es posible llevar a cabo esta intervención es importante considerar las condiciones socioculturales que influyen en el mantenimiento de malos hábitos alimenticios y en la poca actividad física. El estilo de vida actual y los tipos de trabajo, sumado al sedentarismo, la falta de educación en hábitos de alimentación saludable, los tiempos de alimentación y el tipo de comida que se consume influyen en el aumento de la DM. A estos elementos es posible agregar algunos factores genéticos predisponentes que se expresan en el fenotipo de cada individuo (*Godoy et al. 1992*).

Según Soriguer et al., la prevalencia de cronicidad en las personas que padecen DM es de entre 1 a 20 años, lo que es coincidente con los resultados

de este estudio. Debemos considerar que de las 4.172 personas incluidas en nuestro trabajo, la mayor concentración de ellos se encontraba distribuida en los nuevos casos de DM y dentro de los que padecieron la enfermedad, la mayoría tuvo una evolución cercana a los 6 años desde el diagnóstico. Este resultado se encuentra sesgado, ya que dentro de la población en estudio y según los protocolos ministeriales de manejo clínico de la RD, las personas diagnosticadas de DM tipo 1 requieren un primer control del estado retiniano mediante el fondo de ojo a los 5 años de la fecha del diagnóstico y los diagnosticados con DM tipo 2, deben tener el primer control de fondo de ojo en el momento del diagnóstico de la enfermedad. Es importante considerar que en nuestro estudio, participaron aquellas personas con diagnóstico de DM y que en controles de años anteriores no presentaron RD, además de los nuevos casos de personas con diagnóstico de DM sin RD. En este trabajo, realizado en la población de Arica, la prevalencia *de RD* fue del 13,06%, lo que es levemente más bajo que el 17,9%, encontrada en un Hospital de Alicante, España, por Martínez M. et al. Sin embargo en una revisión realizada por Limburg et al., en 15 países de Latinoamérica, la prevalencia de RD fue del 19% (*Limburg et al. 2015*), mas alta que en nuestra muestra.

Con respecto al desarrollo de la RD y su relación con el tiempo de evolución de la DM, en el estudio de prevalencia de RD de Blue Mountains, se demuestra que la probabilidad de desarrollar la enfermedad retiniana es directamente proporcional al tiempo de padecimiento de la DM (*Mitchel et al. 1998*). En el estudio de Mitchell, se encontró una baja incidencia de RD, ya que con signos de la enfermedad sólo se detectaron 82 participantes (2,3%). Además, este estudio concluye que los niveles altos de glucosa en sangre, se

relacionan en mayor cantidad con los hallazgos de RD moderada a severa que con los de RD leve. En este sentido, el estudio realizado por Davison et al. (Davison et al. 1999) demostró la presencia de diagnósticos falsos negativos de DM tipo 2 es por el diagnóstico basado en glicemia en ayunas. Esto no sucedía cuando se utilizaba el nivel de hemoglobina glicosilada.

En una investigación realizada en Cuba, con 559 pacientes estudiados desde el año 1986 al 2000, se determinó la frecuencia de RD según el tiempo de evolución de la DM. Los autores observaron entre aquellos pacientes con 0 a 4 años de evolución, el 19,3% presentaba RD; entre 5 y 9 años el 15,3% tenían RD; entre 10 y 14 años, el 26,9% padecía RD y finalmente, de 15 o más años, el 44,2% padecía RD (Crespo et al., 2004). En esta investigación, la mayor frecuencia de RDNP leve se encontraba entre los 0 y 4 años de evolución de la DM (72% del total de pacientes con RD en este periodo de evolución). La RDNP moderada tenía su mayor frecuencia entre los 20 a 24 años de evolución de DM (37,5% del total de pacientes con RD en este periodo). Del total de personas con RD, la forma más frecuente de RD, con independencia del tiempo de padecimiento fue la RD leve con unas cifras del 57,1%.

5.3 Método de cribaje en el diagnóstico de la retinopatía diabética

Es importante destacar que el principal objetivo de la detección precoz de la RD es detectar los casos que requieren evaluación, atención y tratamiento oportuno por un médico especialista. Así también, es necesario educar e implementar sistemas que permitan el acceso al control oportuno del fondo de ojo (Conlin et al. 2006). Debemos considerar que el retraso de esta exploración,

puede llevar a complicaciones irreversibles para la salud visual de la persona, pudiendo llegar a la ceguera (*Cavallerano et al. 2005*).

El modelo de atención en salud visual realizado en la atención primaria, en donde se incorpora el sistema de detección de RD por medio del cribaje con retinógrafo, tiene gran importancia para la salud pública ya que permite mejorar el acceso a la atención en salud y aumentar la cobertura en educación en salud visual. Este criterio tiene concordancia con los descritos por Wilson y Jungner en 1968 y publicados en un informe de la Organización Mundial de la Salud (*Wilson, 1968*). Estos criterios se mantienen hasta la actualidad, a pesar de que se han ampliado y también se han adaptado para tener en cuenta el cribado de enfermedades con origen genético. Estas recomendaciones, principalmente describen el cómo lograr reducir al mínimo los posibles problemas de seguimiento de las enfermedades y maximizar los beneficios obtenidos de esta recomendación (*UK National Screening Committee 2009, Ruf 2008, Strong 2005, Holland 2006, Andermann 2010*). De acuerdo con la recomendación de la OMS, la condición o enfermedad que se estudiase con el método de cribaje, debería ser un problema de salud importante, de historia natural conocida, que esté sin diagnosticar y pueda ser detectado por un ensayo aceptable para la población y que tenga un tratamiento accesible. Esto con el fin de identificar nuevos casos y de ajustar las previsiones en costes de tratamiento, incluyendo los gastos de los procedimientos médicos y considerando en conjunto los beneficios del cribaje y del tratamiento, para que se pueda hacer de este un proceso continuo y perdurable en el tiempo. Existen estudios como el de Al-Rubeaan en donde se postula que el bajo diagnóstico de RD se debe a la ausencia de programas de

cribado bien estructurados y que permitan reducir el efecto de los factores de riesgo (*Al-Rubeaan et al. 2015*).

La validez del uso de fotografías retinianas o retinografías para el cribado de la RD está demostrado en estudios como el de Williams et al., en 2004 y Larimel et al. en el año 2012, quienes reportaron que la captura de una sola fotografía central de retina no es un sustituto de un examen oftalmológico completo, pero existen evidencias que justifican que las retinografías sirven como método de cribado para la RD, permitiendo disminuir los costes del modelo tradicional, mejorando el acceso a la salud de calidad. También es importante conocer, previo a la toma de decisiones estratégicas sobre un programa de cribado y previo a su implementación, un proceso explícito, sistemático y transparente de evaluación de la evidencia de la eficacia del cribado y de las características locales que ayuden a determinar su factibilidad (*Ruf et al, 2008*). Este estudio cumple completamente con este fin declarado por Ruf, e incluso con lo dispuesto en el Boletín 222 de 16 de septiembre del 2006, Real Decreto 1030/2006, de España, que establece la cartera de servicios comunes del Sistema Nacional de Salud y el procedimiento para su actualización, donde queda establecido que habrá que garantizar que ninguna nueva técnica, tecnología o procedimiento clínico relevante se generalice en el sistema sin una previa evaluación pública de su seguridad, eficacia, coste y utilidad”.

Conlin et al., en el año 2006, realizó, en Boston, una comparación entre el método tradicional de examen del fondo de ojo con la utilización de la teleoftalmología con una cámara retiniana no midriática (*Conlin et al., 2006*). Silva et al., examinaron a 1.989 pacientes mediante retinografías y telemedicina a tiempo simultáneo (*Silva et al., 2015*). Según el estudio realizado por Squirrell, el

Optometrista es un profesional adecuado para liderar el cribaje de RD utilizando retinografías (*Squirrell et al. 2003*). Ante la no existencia de este profesional en Chile, el Tecnólogo Médico con mención en Oftalmología sería el adecuado para realizar esta intervención en salud visual. En Gran Bretaña, la inclusión de otros profesionales de la salud visual, además del Médico Oftalmólogo, y la utilización de pruebas diferentes al examen de fondo de ojo con midriasis como método de cribaje de la RD, debe ser aceptado previamente por la Asociación Británica de Diabetes, quienes determinan que el porcentaje adecuado para que un método sea considerado eficaz, debe ser de al menos, el 80% para los indicadores de sensibilidad y especificidad (*Hutchinson et al. 2000*), cifras obtenidas por el método de cribaje utilizado en este trabajo. En nuestro estudio, el análisis del fondo del ojo por el profesional Tecnólogo Médico con mención en Oftalmología, se realizó mediante la observación de las imágenes obtenidas día a día al término de la jornada. El cribaje consistía en poder referir prontamente a las personas que presentaban alteraciones retinianas. Luego, el médico oftalmólogo confirmaba el diagnóstico y después de algunos días, revisaba el total de las evaluaciones. Es esencial que una de las propiedades fundamentales de la prueba de cribaje diagnóstico (en nuestro caso, la retinografía y el cribado por Tecnólogo Médico con mención en oftalmología) sea tener una alta sensibilidad para asegurar la calidad y la efectividad del modelo, lo que queda demostrado con los resultados obtenidos en este trabajo, que son una sensibilidad del 95.23%, una especificidad del 98.39% y una eficiencia del 97,96%. Estos valores se obtienen de la comparación de los resultados obtenidos entre el Tecnólogo Médico con mención en Oftalmología y el Médico especialidad en oftalmología. En función de los valores obtenidos, la observación realizada por el primer profesional es

altamente confiable para poder discriminar entre personas con retinas sanas de las que tienen signos de retinopatía.

Nuestros resultados coinciden con los descritos por otros autores, así, con respecto al análisis de sensibilidad y especificidad en el uso del retinógrafo no midriático en India, Gupta et al., capturaron imágenes retinianas en 500 personas, logrando determinar la efectividad de la prueba (*Gupta et al. 2014*). Maguire et al., con una muestra de 528 pacientes diabéticos, determinaron una sensibilidad del 86,1% con una especificidad del 68,5%; ambos casos comparando el uso de la retinografía a color con el examen clínico (*Maguire et al, 2015*). Silva et al., obtiene valores de sensibilidad y especificidad del 95% y del 84% respectivamente (*Silva et al. 2015*). Por otra parte, en un estudio de 243 personas con DM tipo I y II, Ahmed et al., analizaron 482 ojos determinando que el retinógrafo tenía un 98% de sensibilidad y un 100% de especificidad para la detección de RD (*Ahmed et al. 2006*). En estos trabajos, las imágenes fueron capturadas por profesionales de la salud visual no médicos, de apoyo diagnóstico y capacitados para la captura de las retinografías.

Con respecto al protocolo de captura de imágenes utilizado en los cribajes para el diagnóstico de la RD, Bursell et al., en el 2001, realizaron una investigación utilizando la retinografía como método de cribaje y obtuvieron como resultado una sensibilidad de un 76% al identificar la existencia de retinopatía diabética y un 94% de especificidad en la detección. Posteriormente, *Lin et al*, determinaron que la captura de una sola fotografía retiniana digital obtenida con el retinógrafo, tiene el 100% de sensibilidad y 71% de especificidad en comparación con la oftalmoscopia indirecta realizada por el Médico Oftalmólogo. Los mismos autores, hicieron la comparación con un patrón base de fotografías

retinianas, en donde capturaron 7 imágenes a color y estereoscópicas, logrando solo el 78% de sensibilidad y el 86% de especificidad (*Lin et al. 2002*). En otro trabajo realizado por Fransen et. al., utilizando el protocolo del Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS) que sugiere la captura de 7 campos de la retina, los autores obtuvieron una sensibilidad del 92% y una especificidad del 90% (*Fransen et al. 2002*). Rudinsky et al., en el 2007, mediante el uso del retinógrafo y la telemedicina, determinaron una sensibilidad del 93% y una especificidad del 90%, sin determinar el número de imágenes que utilizaron para estos resultados. Mayores porcentajes obtuvieron Schiffman et al., quienes, utilizando el método del retinógrafo y la observación de las imágenes enviadas por telemedicina, en una pantalla, obtuvieron una sensibilidad del 99,3% y una especificidad del 96%; lo mismo fue observado por Shi et al., en el 2014, publicando una sensibilidad superior al 90% para algunos tipos de RD. La imagen retiniana también fue estudiada por Duchin en el 2015, quien determinó un máximo de 91% de sensibilidad con la única diferencia de utilizar a 3 evaluadores independientes de las imágenes para realizar en diagnóstico. Algunos autores como Vujosevic et al en el 2009, realizaron la comparación de la sensibilidad y especificidad con respecto a la captura de una o tres fotografías de retina. Sus resultados fueron del 100% para la sensibilidad y del 99% para la especificidad mediante la captura de 1 fotografía. Esto es coincidente con lo estudiado por Baeza et. al., quienes en el año 2009 también determinaron que la detección de RD con un retinógrafo no midriático, puede realizarse eficazmente con una sola fotografía retiniana. Los resultados de la sensibilidad y especificidad en nuestro estudio, sobre la detección de RD mediante la valoración de una sola fotografía, corrobora lo publicado por estos autores

La importancia de las cifras obtenidas en este trabajo referidas a sensibilidad y eficiencia, dan proyecciones positivas en términos de prevención del desarrollo de la RD y su peor consecuencia, que es la disminución de visión. Debemos considerar que la disminución de la visión funcional irreversible, que se define como la agudeza visual cuantificada menor a 20/60 y menor o igual a percepción de luz, es la principal causa de disminución de visión en personas con DM mayores de 50 años y con mal control glicémico, siendo más frecuente en mujeres. El estudio que valida estos resultados se realizó en 15 países de Latinoamérica y además demostró que la principal causa de pérdida de visión, con una prevalencia del 30%, es la retinopatía diabética de algún tipo (*Limburg et al. 2008*). Existen otros estudios poblacionales específicamente diseñados para estimar la prevalencia de ceguera en Latinoamérica, pero no son específicos para RD. Siete estudios Rapid Assessment of Cataract Surgical Services (RACSS) o Rapid Assessment of Avoidable Blindness (RAAB) hechos en Latinoamérica describen datos acerca de la contribución de la RD en el total de los casos de ceguera. De acuerdo con estos estudios, desde un 1,4% (Colombia) a un 15.9% (Brasil) de los ciegos detectados en estos estudios, tienen como causa principal la RD (*Kuper et al. 2006*).

Se debe considerar que utilizando el modelo del cribaje, el gasto por ojo atribuido al tratamiento de la RD debiera ser más bajo, ya que al mejorar el acceso a la detección temprana de esta patología ocular por medio de retinografías y al mejorar los tiempos diagnósticos se podrían realizar tratamientos más precoces, además sería posible mejorar el control sistémico de la DM, interviniendo de este modo, en el desencadenante de la afectación retiniana.

Chalk et al., en el año 2012, en Inglaterra, estudiaron un modelo para realizar el seguimiento de la enfermedad diabética en poblaciones específicas con características comunes, con el fin de evaluar el protocolo de control de fondo de ojo con retinografía y si esta política aumentaría la proporción de pacientes que no perderían visión, logrando preservar la agudeza visual. Además, evaluaron la reducción del gasto que se produciría en el tratamiento. Este seguimiento se hizo para detectar RD en personas con DM, realizando una evaluación de fondo de ojo anual, mejorando el acceso de la población al control de fondo de ojo. Esto es comparable con nuestro estudio, en donde se logró que, de diversos centros de atención primaria de la ciudad de Arica, pudieran acceder mediante la selección por cuota o asignación de horas disponibles al control del fondo de ojo. Es importante destacar que en nuestro trabajo no participaron en el cribaje aquellas personas que tenían un diagnóstico de RD reciente o aquellos que requerían tratamiento médico de panfotocoagulación. Esto hace que los resultados del cribaje tengan mayor relevancia, ya que se puede demostrar una mayor sensibilidad para la detección de los nuevos casos de RD y hace posible la proyección positiva del manejo sistémico de la enfermedad en aquellos pacientes que padecen DM y que con un apropiado control metabólico no desarrollarán lesiones de RD significativas.

Con respecto al resultado del cribaje con el retinógrafo, la mejora del acceso de la población al control de fondo de ojo se demostró en la atención sanitaria de 4.172 personas. Esta proporción de revisiones fue superior al número de revisiones que se realizan con normalidad bajo el modelo tradicional. El modelo de salud establecido por el Ministerio de Salud de Chile, establece que la atención médica debe ser de 3 a 4 pacientes por hora (*Subsecretaría redes*

asistenciales, 2016). Esto es cuestionado en Chile en la publicación de Vega et al., en la Revista médica de Chile (Vega, 2014) y también en la investigación de Outomuro et al., (Outomuro, 2013), quienes concluyen que entre 10 a 15 minutos de atención en clínica médica, es aparentemente insuficiente para realizar una atención adecuada. Con esta relación de atención, es posible estimar que un especialista debiera destinar 1.043 horas de atención a los 4.172 pacientes, es decir, trabajar durante 6 meses y medio, todos los días laborales, 8 horas diarias.

El mayor numero de revisiones mediante nuestro método de cribaje, en comparación con el modelo tradicional, coincide con el estudio de Ogunyemi et al., y Looker et al., en el año 2013. Los resultados de estos autores en cuanto a la detección de RD, también concuerdan con los resultados de nuestro estudio en donde el 86,9% de las personas con DM examinados no presentaban RD.

Tras el examen de fondo de ojo por retinografía, aquellas personas que participaron en nuestro estudio sin RD recibían la indicación clínica de controlarse nuevamente en dos años. Este manejo clínico es el mismo que se realiza en pacientes con DM en Perú (Villena et al. 2011). Las retinografías sin lesiones retinianas podrían estar asociadas a que el diagnóstico de la DM fuera cercano al inicio de la enfermedad o a que los pacientes hubieran tenido un buen control metabólico sumado a una alta adherencia al tratamiento sistémico desde su inicio. Esto hace que el descontrol de su glicemia fuera de menor tiempo, lo que generaría menores complicaciones microvasculares que no llegarían a producir daños en el endotelio vascular y, por tanto, no se desarrollaría la microangiopatía. Estos datos también son mencionados por Tudor et al., en 1998, en referencia a una población hispana. Asimismo, Fonda et al., 2008 sostienen la importancia de la educación del profesional de la salud con cada

paciente acerca del control metabólico de la DM, el estudio anual de la hemoglobina glicosilada y el adecuado seguimiento del fondo de ojo.

5.4 Prevalencia de la Retinopatía Diabética en la población de estudio

Dentro de los resultados descritos en este estudio en la población chilena analizada, el número de personas sin signos de RD es del 86,4%, superior en un 7,4% al detectado por Vleming et al., en el año 2009, en una muestra de pacientes del Área de Salud 3 de la Comunidad de Madrid, España, en donde el 79% de los casos no mostró signos de RD. Por otra parte, la prevalencia de RD en nuestro estudio fue de un 13,5%, similar a la determinada por Morgan et al., quien encontró un 16,5% de RD en un total de 10.079 personas diagnosticadas de DM (*Morgan et al., 2000*). Si analizamos los resultados obtenidos por Harris et al., en 1998, se observa que la prevalencia de RD en personas de raza blanca, es del 18,2%, en afroamericanos del 26,5% y en mexicanos americanos, del 33,4% (*Harris, 1998*).

En estudios específicos sobre personas con DM tipo 2, en una población americana e hispana de 1.050 personas, la prevalencia de la RDP ha sido determinada en aproximadamente el 6,3% de los casos (*West et al., 2001*). En nuestro estudio, 36 personas padecían algún tipo de RDP, lo que equivale al 6,3% del total de personas con algún tipo de RD y al 0,86% del total de persona de la muestra en estudio que padecen DM. Del total de personas con RDP, el 58,3% padecía DM tipo 1 y el 41,7% DM tipo 2. Nuestros resultados son similares al 0,9% de personas con RDP de una muestra de 345 individuos diabéticos, obtenido por Harris et al., en 1998 en una población de americanos de diferentes etnias, incluidos algunos afroamericanos, mexicanos y otros. Estos últimos

valores, son más bajos al publicado por Zhang et al., en donde en una muestra de 1.787 personas, el 12.8% presentó RDP en al menos uno de los ojos, siendo los más afectados, los grupos etáreos comprendidos entre los 50 y 70 años de edad (*Zhang et al., 2016*).

En una investigación realizada en México por Prado-Serrano et al., (*Prado-Serrano, 2009*), de 13.670 sujetos que padecían DM, 9.705 (71%) tenían RD. De estos, 2.911 (30%) tenían DM tipo 1 y 6.794 (70%) tenían DM tipo 2. En el primer grupo fue menos frecuente la RD en comparación con el segundo lo que es coincidente con nuestros resultados, en donde de los pacientes con RD, el 25,2% padece DM tipo 1 y el 74,8% padece DM tipo 2. Existen resultados de investigaciones que relacionan el tipo de DM y el tipo de RD. En uno de ellos, la prevalencia de RDP fue mayor en sujetos con DM tipo 1 que en los del tipo 2, debido a que los primeros padecen DM desde una edad más temprana, lo que aumenta la duración de la DM y en consecuencia, la probabilidad de padecer retinopatía. En nuestro estudio, un 77% de los pacientes padecía DM tipo 2 y un 23% la tipo 1 (*Guedes et al. 2009*).

En el año 2001 Schoenfeld et al., determinaron que más de un tercio de los participantes de su estudio y que padecían DM seguían las indicaciones para control de la DM pero no para el cuidado y el control de la RD. Este hábito hace que los servicios sanitarios deban evaluar la disponibilidad de poder incorporar un sistema en red en que el control retiniano pueda realizarse junto con el control de la DM y que todo esto pueda ser realizado en la atención primaria. La RD, al ser una enfermedad ocular que por lo general no produce gran sintomatología en sus etapas precoces, hace que las personas no acudan a los controles oftalmológicos, no adhiriéndose al control sistémico y retiniano simultáneamente,

haciendo que la probabilidad de desarrollar RD sea mayor y con ello, sea diagnosticada en etapas más tardías. Esta situación se complica más aún cuando el acceso a la salud hace que se postergue la primera consulta o el control de salud general. En 1984 Klein R. et al., determinaron que cerca de un 20% de las personas que padecen DM tipo 2 presentan en el momento del diagnóstico RD. Esto indicaría que el inicio de la diabetes fue, probablemente, algunos años antes de que se evidenciaran las lesiones microangiopáticas a nivel retiniano. En este estudio y en el realizado por el mismo grupo en 2009, los autores determinaron que a los 10 años de padecer DM tipo 2, un 79% de los pacientes se tratan con insulina, de los cuales el 4% desarrolla una pérdida de visión funcional total, y del 67% que no se trata con insulina, el 4,8% pierde la visión funcional, debido a el edema macular. Es importante considerar que hay estudios que demuestran que un buen control metabólico retarda la aparición y la progresión de las lesiones existentes en los pacientes diabéticos con RD, por lo que no solo la detección precoz es considerada necesaria, sino que también el control periódico de la retinopatía (*Diabetes control and complications trial research group, 1993; United Kingdom prospective diabetes study, 1998; Rodriguez et al., 2015*).

El edema macular se puede presentar en cualquier estadio de la RD y es la causa más importante de pérdida visual en esta enfermedad, su presencia está relacionada con un mayor tiempo de evolución de la DM y existen guías clínicas para su tratamiento (*Early Treatment Diabetic Retinopathy Study, 1987*). En el presente trabajo se determinó que el 1,73% del total de la muestra en estudio presentaba edema macular. Esto equivale al 12,7% de los que padecían RD. Este valor se encuentra por debajo del detectado en Chiapas, México, en donde

de entre las 2.864 personas que tenían DM y RD, el 16,1% presentaba edema macular (*Polack et al., 2012*).

En diversos estudios publicados, es común observar varias conclusiones de influencias de raza o edad en la aparición o desarrollo de DM o de RD. Por ejemplo, en una encuesta nacional de salud aplicada el año 2000 en adultos mexicanos que padecen DM, determinaron mediante modelos de regresión logística multivariada, estratificados por sexo, variables asociadas con la presencia de DM, como la baja escolaridad, el antecedente familiar de DM y la coexistencia de hipertensión arterial, enfermedad renal o hipercolesterolemia en ambos sexos (*Olaiz-Fernández, 2007*). También existe un estudio realizado en Australia, en donde se concluye que la prevalencia de DM referida en los aborígenes australianos, es más de ocho veces superior a la de los australianos no indígenas. Aún con estos resultados, demuestran que la prevalencia de la RD en personas con DM, es similar a la de los australianos no indígenas (*Xie et al., 2011*).

Si observamos la muestra en estudio, la distribución se hace en forma levemente homogénea, correspondiente con la distribución demográfica del país. En este trabajo se demuestra que del total de personas que padecen RD, el 55,2% eran mujeres y el 44,8% hombres. Así también, cabe resaltar que sí es un factor influyente la cronicidad o duración en años de la enfermedad, lo que se explicaría porque este factor es considerado el de mayor riesgo para el desarrollo de retinopatía. El tiempo medio de padecimiento de DM en este estudio fue de 8 años. Esto es coincidente con el estudio realizado por Rodríguez et al., (*Rodríguez, 2016*) en donde el tiempo medio de padecimiento de DM en su muestra fue de 9,02 años. En este estudio se observa que el 71% de los

pacientes padecen RD leve y tienen un periodo de evolución de DM entre el momento del diagnóstico hasta los 4 primeros años. Sin embargo, la RD moderada es más frecuente entre los 5 y 10 años de evolución de DM. En una investigación realizada por Hernández et al., el año 2015 (*Hernández, 2015*) determinaron que los pacientes que padecían DM por más de 10 años, manifestaban RD en un 47,6% y en los de menos de 10 años, disminuía al 39%. Por consiguiente, la RD severa y avanzada es más frecuente en el periodo de lo 20 a 25 años. Por tanto, es importante considerar que, a mayor cronicidad de la DM, mayor será la prevalencia de RD y mayores pueden ser sus complicaciones si no se tiene el control metabólico adecuado (*Schoenfeld et al. 2001*). En nuestro estudio, las personas con más años de duración de la diabetes y diagnosticados con RD, de 26 y más años, fueron 47 personas, representando al 8,35%. El mayor número de pacientes de la muestra con diagnóstico de RD (26,8%) padecían DM entre 0 y 4 años. Si observamos el grado de severidad, del total de personas que padecen DM desde hace 26 o más años, el 36,2% padece RDNP leve y con el mismo porcentaje, RDNP moderada. Nuestros resultados presentan la mayor frecuencia de RD en personas que tienen DM desde entre 0 y 4 años.

5.5 Consideraciones económicas y de efectividad del método diagnóstico.

Uno de los factores más importantes que determinan si una nueva tecnología o metodología es efectiva y además tiene factibilidad de implementación, en comparación con el modelo tradicional, es que sea rentable económicamente, perdurable en el tiempo y que pueda traspasar barreras sociales. En este sentido, el modelo convencional de diagnóstico y detección de

la RD es un modelo que depende de un médico oftalmólogo, un profesional altamente preparado y técnicamente competente para el diagnóstico y tratamiento de la RD. Ante esto, una de las posibles ventajas de la implementación de las nuevas tecnologías, asociando la telemedicina o teleoftalmología, el retinógrafo y el uso de las imágenes digitales, es la indudable mejora que se consigue en la cobertura, el acceso a la atención en salud visual a personas y poblaciones en zonas en donde la cantidad de médicos especialistas es muy baja o simplemente en aquellos lugares en donde las personas no desean desplazarse a otros sitios. En el estudio de Maberley et al., determinaron que con el uso de la telemedicina y el retinógrafo para el cribaje de RD, la rentabilidad es mucho mejor con respecto al modelo tradicional, en donde los especialistas se tienen que desplazar para ver a los pacientes. Este modelo de salud, no solo es efectivo en oftalmología, sino que también serviría para detectar o tratar otras enfermedades (*Maberley et al. 2003; Rachapelle et al. 2013*).

Rachapelle et al, consideraron que las fotografías digitales de fondo de ojo tienen grandes ventajas sobre el modelo tradicional, ya que pueden ser obtenidas con un mínimo coste o inversión, manteniendo costes fijos de los profesionales que realizan la captura de las imágenes, costes fijos de material fungible, así como la comodidad del médico especialista que podrá realizar el análisis de las imágenes almacenadas desde cualquier lugar. En el caso de nuestro estudio, se utilizó telemedicina en el modelo de captura y envío de las imágenes de las retinografías a través de internet, evitando que 4.172 personas debieran desplazarse desde la región de Arica y Parinacota a otra región con mayor número de especialistas, siendo la más cercana a más de 300 kms de distancia, además de esperar por su respectivo turno para la realización del

examen de fondo de ojo, el que puede llegar a 1 año de espera. En el estudio de Vaziri et al., es posible observar una serie de estudios en los que los responsables de la captura de las imágenes son profesionales o fotógrafos entrenados y que la valoración de la RD es realizada por un profesional del equipo de salud visual, siendo en algunos casos el Optometrista y en otros el Médico Oftalmólogo especialista en retina (Vaziri et al. 2015). En nuestra investigación, la captura de la imagen la realizó el Tecnólogo Médico con mención en Oftalmología, quien además realizó la valoración de las imágenes y determinó qué imágenes se encontraban alteradas o con signos de RD y que, por tanto, requerían, la prioridad de valoración por parte del Médico Oftalmólogo. Este último profesional, determinaba el grado de urgencia o el manejo clínico según la Guía Clínica de Retinopatía Diabética del MINSAL (*Guía clínica Retinopatía Diabética, Ministerio de Salud de Chile, 2010*). Finalmente, todos los pacientes de este estudio, fueron analizados y comparados mediante las imágenes obtenidas en el retinógrafo y enviadas gracias a la telemedicina al médico oftalmólogo, quien residía en otra ciudad de Chile. De esta forma, las imágenes fueron analizadas por ambos profesionales y se pudo dar cumplimiento a los objetivos de esta investigación

Si observamos los costes determinados en nuestro estudio, es posible observar que el coste fijo de personal para realizar la toma de las fotografías de retina es de 1.320 € por mes, lo que, en Chile, lo sitúa muy por debajo de los 8.200 € que tiene el coste de un médico oftalmólogo por las mismas 44 horas de trabajo (*Ley de Transparencia de Chile, 2016*). Si analizamos el modelo tradicional, el coste de una consulta sería de al menos 58 € en comparación con los 14 € por paciente que cuesta en un cribaje masivo realizado en este estudio. Si

proyectamos los costes en ambas situaciones, por los 4.172 pacientes en método de cribaje, el coste sería de 60.584 € y por consulta en el modelo tradicional 242.335 €. Si, a este valor agregamos el valor mensual del coste del servicio de internet para tener conectividad, este es despreciable ya que es de 50 €. En el estudio de Rodríguez et al., estos autores estimaron un ahorro global en 5 años de 152.550.45 € (*Rodríguez et. al, 2016*). Una estimación realizada por Helen et al., es que la implementación del sistema informático, con retinógrafo, lente, software y computadora, podría fluctuar entre los \$3.500 USD y los \$65.000 USD que son un equivalente de 3.300 € y 6.130 € (*Helen, 2011*). En el estudio de Li et al., 2012, con una muestra de 611 personas y utilizando telemedicina, lograron disminuir el costo por atención en \$27 USD (*Li et. al 2012*). Phan et al., evidenciaron disminuir alrededor de 22,6 € por cada persona atendida en un cribaje (*Phan, 2014*), siendo en nuestro estudio, la disminución de 43 € por hora de trabajo. Si establecemos que se pueden realizar 8 retinografías por hora, la disminución de costes sería de 86 € por hora, siendo la diferencia de valor por hora de trabajo entre el Médico Oftalmólogo y Tecnólogo Médico del 83,9%. Con esta economía, es posible financiar en 4 meses, la inversión de implementación del modelo de cribaje por telemedicina y retinógrafo.

Por el número de personas incluidas en esta investigación, es importante considerar que, a lo largo de los últimos años, estudios han demostrado que el uso del método de cribaje mediante la imagen retiniana obtenida con el retinógrafo es válida para su uso masivo, como una herramienta de salud pública de óptima implementación y a diferentes escalas de los modelos de atención en salud. Según la Academia Americana de Oftalmología (AAO), el uso de la imagen retiniana en la detección de la RD, es más útil que el control directo, ya

que la imagen asociada a telemedicina mejora el control habitual y en el de caso del acceso limitado por falta de profesionales o por zonas geográficas, mejora el acceso al cuidado de la salud visual (*Academia Americana de Oftalmología, 2014; Diamond et al, 1998; Farley et al, 2008; Klein y Klein, 2002; Rodríguez et al, 2016*)

En el estudio de Martínez et al. en el 2003, y el de Reyes del mismo año (*Martinez, 2003; Reyes et al, 2003*) destacan la importancia del modelo de cribaje para enlazar la atención primaria con la medicina especializada y de difícil acceso además de demostrar la efectividad del método. En este estudio, la telemedicina permitió el acceso a la salud visual a personas de una ciudad alejada 2.047 kilómetros de la capital del país, quienes fueron derivados desde los 7 consultorios o centros de salud de atención primaria existentes en la ciudad, a un centro de salud visual en donde fueron evaluados mediante retinografías y gracias a la telemedicina, fueron enviadas las imágenes a un Médico Oftalmólogo. Con la telemedicina, se permitió el acceso al control del fondo de ojo a un total de 4.172 personas.

Toda esta información analizada y la comparación de los resultados obtenidos por varios autores, nos indican la relevancia de mantener el acceso al diagnóstico y los controles de las personas que padecen DM. Por tanto, es de gran importancia el chequeo visual y el cribaje para la detección de RD y con ello, poder realizar el tratamiento más oportuno, logrando optimizar los recursos económicos, humanos y mejorar la calidad de vida de la población. Debemos considerar que la descrita falta de conciencia de las personas que padecen DM, sumado al control inadecuado de la enfermedad, son las principales barreras para poder otorgar tratamientos adecuados a las personas (*Joshi et al. 2008; Kawasaki et al 2015*).

Existen diferentes tipos de experiencias en telemedicina, las que según la especialidad, área o forma de uso, reflejan mejores resultados. En el año 2000, una investigación analizó las publicaciones indexadas desde 1966 a 1998. En ellas identificaron 32 estudios en los cuales podían evidenciar el buen nivel de satisfacción de los pacientes con el uso de esta tecnología en la cual se realiza una conexión de forma simultánea entre el Médico y el paciente (*Currell, 2000*). Un ejemplo de uso de telemedicina y validación simultánea de la prueba, fue el realizado en Boston y publicado por Duchin et. al, quienes realizaron a los pacientes seleccionados una retinografía, la cual fue enviada por telemedicina a un grupo de expertos observándose la retina por Médicos especialistas. La prueba, tuvo una sensibilidad y especificidad sobre el 80% y la percepción de los pacientes fue positiva por la disminución del tiempo de espera de la atención de los pacientes (*Duchin, 2015*). En Colombia, la Universidad de La Salle, ha diseñado un modelo computacional para la monitorización de la RD, el cual permite la comunicación en tiempo real entre profesionales de la salud visual en zonas rurales con especialistas que apoyan el proceso diagnóstico (*Lancheros, 2014*). Así también, hay experiencias sostenidas en el tiempo, en donde la telemedicina permite acercar una comunidad rural a los especialistas en salud visual. Durante 5 años, Rodríguez et al., realizaron un estudio observacional con 394 personas en donde determinaron la prevalencia de RD y pudieron disminuir el número de derivaciones innecesarias, demostrando que, en esos años, la estimación del ahorro fue de 152.550,45 € (*Rodríguez et al., 2016*).

También existen casos como el del uso de la telemedicina en educación clínica en la Universidad de Houston (*Beauregard, 1999*) o como el de educación y posterior monitoreo en el procedimiento de extracción de cuerpos extraños

corneales en donde se concluye que es posible llevar la supervisión de forma efectiva (*Hall, 2005*). Otro ejemplo positivo es el de la Universidad de Chiang Mai, en Tailandia, en donde con la telemedicina, midieron la exactitud del diagnóstico de retinitis por citomegalovirus realizado por personal no médico (*Yen, 2014*).

Al observar de forma general cada una de estas investigaciones, es posible comprender que los proyectos no son ni deben ser entendidos únicamente como proyectos tecnológicos, sino que son intervenciones de salud que tienen como apoyo y/o alternativa el uso de tecnologías de información y comunicación (TIC) para la prestación del servicio.

Al observar la telemedicina y el intercambio de información o datos médico-clínicos, mediante el uso de tecnología electrónica de telecomunicaciones, es notoria la solución a los problemas médicos de un paciente evaluados en un lugar y dando acceso a esa información, a cualquier otro usuario en cualquier parte del mundo. Con los años y con el avance de la ciencia y la tecnología, la telemedicina y los métodos de cribaje utilizados, se han convertido en componentes importantes en el cuidado de la salud, tanto en la detección como en el tratamiento de enfermedades. Más aún, esta es una oferta más para el control del paciente diabético, mejorando el acceso a la salud, implementando un servicio de telemedicina alcanzando lugares donde un especialista no llega (*Telemedicina, 2006*).

Las organizaciones de salud y los gobiernos, podrían implementar sistemas de salud que soporten e integren las nuevas tecnologías. Con esta medida, se contribuiría a la escasez de médicos especialistas en otras regiones del país y el Tecnólogo Médico podría responsabilizarse del seguimiento y control de la salud visual de los pacientes con DM. La telemedicina juega un rol

fundamental en la detección oportuna de la RD y en el proceso de toma de decisiones del especialista al momento de derivar a tratamiento o no a un paciente (*Gupta et al., 2016; Nguyen et al., 2016 Valikodath et al., 2016*)

Nuestro estudio permite proyectar, que la situación actual de cribaje de RD, puede ser mejorada y optimizada en número de atenciones por hora, costes por hora de atención y acceso y cobertura gracias al uso de las nuevas tecnologías y a la telemedicina. Este juicio, tiene cabida en la comparación con el artículo publicado el año 2016 por Sabanayagam et al., en donde exponen las diez tendencias que pueden orientar a la planificación de las estrategias de salud pública para la gestión de detección y control de la RD y la prevención de la ceguera (*Sabanayagam et al., 2016*). Además de esto, según el Instituto Nacional de Excelencia de Inglaterra, es posible asegurar la efectividad del método (logrando una sensibilidad del 80% y una especificidad del 95%), capturando imágenes que solo abarquen la papila y la mácula (*Ting et al., 2016*).

Otros factores que también afectan a los sistemas de salud y por ende a los servicios de atención primaria serían: la falta de equidad y de acceso a la salud, la falta de transporte, la inmovilización de los pacientes o la incapacidad para trasladarse, la falta de instalaciones clínicas adecuadas y la escasez de profesionales especialistas en el área. En concreto en la Región de Arica y Parinacota, la falta de Médicos Oftalmólogos en el sistema público, obligan a tener que licitar al servicio privado la totalidad de las prestaciones de evaluación de fondo de ojo. Es por esto, que estos factores y otras condiciones, constituyen las barreras en salud que hacen que no se pueda responder a este tipo de enfermedades crónicas y a sus complicaciones que afectan a gran cantidad de la población. Esta situación y contexto de salud, hace que el rol de la

telemedicina juegue un papel fundamental en mejorar el acceso de la población a la salud visual y al control de la RD. Junto a los ahorros económicos y mejora del acceso de la población a la salud visual, es importante señalar el acortamiento de las brechas de tiempo en el proceso de atención en salud. Los pacientes estudiados en esta investigación, fueron abordados en 6 meses de estudio gracias a no depender de la presencia física del médico oftalmólogo y a contar con el equipamiento necesario junto al uso de la telemedicina. Esto se describe como un beneficio de acceso y de oportunidad en el documento *“Definición de indicadores para proyectos de telemedicina como herramienta para la reducción de las inequidades en salud: documento de análisis y resultados de una comunidad de prácticas”* elaborado por la Organización Panamericana de la Salud (Novillo-Ortiz, 2016).

Ante estas complicaciones, es importante que los profesionales de salud hagan propuestas a las jefaturas de los servicios para poder integrar políticas regionales en salud, así como, incorporando las nuevas tecnologías disponibles en el mercado al servicio de la comunidad, se logre disminuir las brechas en la atención de la salud. Las tecnologías orientadas a la medicina y la globalización del uso de internet, permiten la interacción de profesionales en tiempo real y el almacenamiento de la información a la que se puede acceder desde cualquier lugar del mundo, pudiendo analizar o examinar a personas que padezcan enfermedades como la DM, consiguiendo con ello aumentar el acceso a la salud y mejorar el control oftalmológico. Estas nuevas tecnologías, deben ser incorporadas y utilizadas de forma general para garantizar su funcionamiento, considerando que la prevalencia de la población diabética tiene una alta

probabilidad de aumentar en número durante el próximo cuarto de siglo (*Kohner et al. 1991, Gomez-Ulla et al, 2002*).

Para responder a estas complicaciones, el modelo descrito en este trabajo demuestra que el Tecnólogo Médico de Oftalmología, con el uso del retinógrafo, supera algunas de estas barreras, facilitando a la persona con DM el control de la salud retiniana por el médico oftalmólogo mediante el registro de imágenes. Existen trabajos con este modelo que avalan que en otros países la preparación de los profesionales de la salud en ámbitos como este, facilitan el examen de las personas con DM (*Li et al. 2012, Mansberger et al. 2013*).

Los resultados de este estudio, han puesto en clara evidencia, la efectividad del uso del retinógrafo y la telemedicina en la detección de algún tipo de RD, por el alto número de individuos de la comunidad que tienen DM, y por la necesidad de detectar alteraciones retinianas como RD de forma temprana y así prevenir las complicaciones oftálmicas graves y la discapacidad visual, a bajo coste de cribaje y mejorando el acceso de la población a la salud visual.

5.6 Limitaciones del estudio

Una de las limitaciones de este estudio es que no se han comparado las imágenes retinianas obtenidas con el retinógrafo, con el análisis del estado retiniano mediante la evaluación con oftalmoscopia indirecta por el médico oftalmólogo. Sin embargo, varios estudios han reportado una menor sensibilidad en la detección de RD por oftalmoscopia indirecta en comparación con la fotografía retiniana obtenida con un retinógrafo (*Harding et al. 1995; Lin D et al. 2002*).

Otra limitación de esta investigación, tiene relación con el tipo de población y muestra de estudio, ya que esta se obtuvo con todas aquellas personas consideradas como nuevos casos de DM y con los casos de diabetes ya diagnosticados sin RD. No obstante, el sistema permite la evaluación de la progresión de la enfermedad y con ello, tener el seguimiento y evolución del daño en el tiempo. El registro fotográfico permite realizar un análisis descriptivo y la respectiva comparación del estado retiniano, además de poder controlar la evolución de daño en el tiempo.

En Chile, la protección de información personal de los pacientes está regulada por ley. En cambio, la información digitalizada y que se transmite por medios informáticos, no se encuentra encriptada ni regulada, por lo que es aún una tarea pendiente. Esto, en Estados Unidos de America, está regulado por las entidades gubernamentales, como se refleja en el artículo de Brous del 2016, en donde se señala que además de la protección de los documentos clínicos del paciente, deben estar protegidos los dispositivos que contengan información de salud, además de las comunicaciones inalámbricas. Los archivos que contengan documentos se deben almacenar de manera que garanticen la privacidad y la confidencialidad (Brous, 2016). En Chile, los pacientes o usuarios de los diferentes sistemas de salud, deben decidir aceptar o no, firmar un consentimiento informado que autorice el uso de la información obtenida de los procedimientos médicos, para los fines que se estime pertinente, sin exponer su información personal y protegiendo su identidad. En este estudio, para proteger la identidad de los pacientes, al momento de enrolarse en el cribaje, se les asignó un número correlativo, el cual se ingresó en el retinógrafo para guardar sus retinografías. Luego, se cargaron las imágenes en el servidor de Dropbox,

con el mismo número asignado para que el Médico Oftalmólogo, realizara la descripción de la retinografía sin conocer la identidad, género o etnia del paciente.

6 CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Este trabajo de investigación, aborda desde una perspectiva de salud pública, una problemática de acceso y equidad en la salud visual, la optimización de recursos humanos y profesionales y el uso de las nuevas tecnologías aplicadas en oftalmología. A la vista de los resultados se concluye que:

- 1.** Este estudio sobre el uso del retinógrafo y la telemedicina para el cribaje de la RD, determinó que el modelo propuesto posee una sensibilidad del 95,23%, una especificidad del 98,39% y una eficiencia del 97,96% en la detección de la RD.
- 2.** Se estima que la utilización de la telemedicina y la participación del Tecnólogo Médico de Oftalmología en el cribaje de RD, reduciría los costes en un 83,9%, equivalente a 43 € por hora. Esta reducción en los costes permitiría financiar la inversión inicial del equipamiento para implementar el modelo de cribaje por telemedicina, en tan solo cuatro meses.
- 3.** La telemedicina permite aumentar el número de atenciones por hora en comparación al modelo de diagnóstico tradicional, siendo un complemento de las actuales prácticas y estructuras de salud. Esto hace que sea un coadyuvante, mejorando el acceso y la cobertura a una atención de mayor calidad.
- 4.** La efectividad que significa el uso del retinógrafo y la telemedicina, representa una oportunidad para el paciente y para el sistema sanitario previniendo pérdidas de visión y evitando la ceguera, disminuyendo los costes y reforzando la detección precoz, derivación oportuna y equidad

- 5.** La aplicación de la telemedicina, es una buena herramienta para el cribado de la RD durante la atención primaria, ya que permite su seguimiento y evaluación.
- 6.** El Tecnólogo Médico con especialidad en Oftalmología, es un profesional del equipo de salud visual con la capacidad de liderar el cribaje de la RD desde la atención primaria..

Palabras Clave: Telemedicina, retinógrafo, retinopatía diabética, diabetes mellitus.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Abràmoff M., Garvin M., y Sonka M. (2010). Retinal imaging and image analysis. *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, 3, 169–208.
- Abramoff M, Reinhardt JM, Russell SR, Folk JC, Mahajan VB, Niemeijer M, et al. Automated Early Detection of Diabetic Retinopathy. *Ophthalmology*. 2010; 117(6):1147-1154.
- Ahmed, J., Ward, T.P., Bursell, S.E., Aiello, L.M., Cavallerano, J.D., Vigersky, R.A. (2006). The sensitivity and specificity of nonmydriatic digital stereoscopic retinal imaging in detecting diabetic retinopathy. *Diabetes Care*, 29(10), 2205-9. doi: 10.2337/dc06-0295
- American Academy of Ophthalmology. (2014). Screening for Diabetic Retinopathy - 2014 [WWW Document]. URL <http://one.aao.org/clinical-statement/screening-diabetic-retinopathy--june-2012>
- American Diabetes Association. (2012). Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*, 35(1), 64-71. doi: 10.2337/dc12-s064
- Ametller, D. C. (2016). *Datos. Protección, Transparencia y Buena Regulación*. Documenta Universitaria.
- American academy of ophthalmology annual meeting. (1987). Treatment techniques and clinical guidelines for photocoagulation of diabetic macular edema. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Report Number 2. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group. *Ophthalmology*, 94(7), 761-74.
- American Telemedicine Association. A Guide to E-Health for the Healthcare Professional. Disponible en <http://www.atmeda.org/ehealth/guide.htm>.
- Andermann A, Blancquaert I, Dery V. (2010). Genetic screening: a conceptual framework for programs and policy-making. *J Health Serv Res Policy*. 2010; 15(2)
- Al Alawi, E., y Ahmed, A.A. (2012). Screening for diabetic retinopathy: The first telemedicine approach in a primary care setting in Bahrain. *Middle East African Journal of Ophthalmology*, 19(3), 295-298. doi: 10.4103/0974-9233.97928
- Al-Rubeaan, K., Abu El-Asrar, A.M., Youssef, A.M., Subhani, S.N., Ahmad, N.A., Al-Sharqawi, A.H.,...Ibrahim, H.M. (2015), Diabetic retinopathy and its risk factors in a society with a type 2 diabetes epidemic: A Saudi National Diabetes Registry-based study. *Acta Ophthalmologica*, 93, 140–147. doi: 10.1111/aos.12532.
- Arden, G.B., y Ramsey, D.J. (2015). Diabetic retinopathy and a novel treatment based on the biophysics of rod photoreceptors and dark adaptation. En H., Kolb, E., Fernandez, R., Nelson, (Eds.). *Webvision: The Organization of the Retina and Visual System*. Salt Lake City, Utah,

EE.UU: University of Utah Health Sciences Center. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK310272/>

Atkinson, M., y MacLaren, N. (1994) The pathogenesis of insulin dependent diabetes. *The New England Journal of Medicine*, 331, 1428-1436. doi: 10.1056/NEJM199411243312107

Atienza, O. A. (2013). *Historia clínica informática única una herramienta en la mejora de procesos en Salud Pública* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Médicas. Escuela de salud Pública).

Ayo, SH., Radnik, R., Garoni, JA., Troyer, DA., Kreisberg, JI. High glucose increases diacylglycerol mass and activates protein kinase C in mesangial cell cultures. *Am J Physiol*. 1991;261:F571–577

Baeza, M., Orozco-Beltrán, D., Gil-Guillen, V.F., Pedrera, V., Ribera, M.C., Pertusa, S., y Merino, J. (2009). Screening for sight threatening diabetic retinopathy using non-mydriatic retinal camera in a primary care setting: ¿To dilate or not to dilate?. *International Journal of Clinical Practice*, 63(3), 433–8. doi: 10.1111/j.1742-1241.2008.01921.x

Barría, F., Harnisch, K., Montes, N., Pio, G., y Barría, M. F. (2014). Análisis de los pacientes con diabetes controlados a nivel primaria en el Servicio de Salud Concepción. *Revista Chilena de Endocrinología y Diabetes*; 7(2): 47-51. ISSN 0718-493X

Barría, F., y Martínez, F. (2011). *Guía práctica clínica de retinopatía diabética para Latinoamérica. Asociación Panamericana de Oftalmología*. Recuperado de <http://www.paa.org/images/Downloads/spanish/pdf/GuiaPracticaRetinopatia2011.pdf>

Bashshur, R. On the definition and evaluation of telemedicine. (1995). *Telemedicine Journal*. Volume 1, Number 1, Mary Ann Liebert, Inc., Publishers.

Bashshur L., Shannon W., Smith R., and Woodward A. (2015). Telemedicine and e-Health. May 2015, 21(5): 321-354. doi:10.1089/tmj.2015.0029.

Bass, M.J., Buck, C., Turner, L., Dickie, G., Pratt, G., y Robinson, H.C. (1986). "The Physician's Actions and the Outcomes of Illness In Family Practice." *Journal of Family Practice*, 23(1), 43-47.

Beauregard, D. Schiffman JS, Tang R. (1999). Collaborative telemedicine between optometry and ophthalmology: an initiative from the University of Houston. *Stud Health Technol Inform*. 1999;64:173-178

- Bennett, T., y Barry, C. (2009). Ophthalmic imaging today: an ophthalmic photographer's viewpoint – a review. *Clinical & Experimental Ophthalmology*, 37, 2–13. doi: 10.1111/j.1442-9071.2008.01812.x
- Bernhard Meyer. (1850). Helmholtz informado über den Augenspiegel. Recuperado de <http://www.luise-berlin.de/bms/bmstxt99/9912novc.htm>
- Biblioteca Congreso Nacional de Chile. (2004). *Ley N°19.937*. Recuperado de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=221629> Diario Oficial el 24 de febrero de 2004, Chile.
- Bird KT. Teleconsultation: a new health information Exchange system. Washington DC: Third Annual report to the Veterans Administration, 1971.
- Bitran, R., Escobar, L., y Gassibe, P. (2010). Después de la reforma de salud en Chile: aumento de la cobertura y el acceso, la disminución de las tasas de hospitalización y mortalidad. *Health Affairs (Millwood)*, 29(12), 2.161-2.170. doi: 10.1377 / hlthaff.2010.0972
- Brauer G.W. Telehealth: the delayed revolution in health care. *Medical Progress Through Technology* 1992; 18: 153.
- Braveman, P. (2006) Health disparities and health equity: Concepts and Measurement. *Annual Review of Public Health*, 27(1), 167-94.
- Braveman, P., y Gruskin, S. (2003). Defining equity in health. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 57(4), 254-258.
- Britt H, Miller GC, Henderson J, et al. A decade of Australian general practice activity 2005–06 to 2014–15. General practice series number 39. Sydney, Australia, Sydney University Press, 2015.
- Brownlee, M. (2001). Biochemistry and molecular cell biology of diabetic complications. *Nature*, 414(6865), 813-820.
- Burrows, J. (2009). *Inequidades en salud en Chile: Los límites de la reforma de la salud chilena desde una perspectiva ética* (Tesis de maestría). Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Bursell, S.E., Cavallerano, J.D., Cavallerano, A.A., Birkmire-Peters, D., Aiello, L.P., y Aiello, L.M. (2001). Stereo non-mydratic digital-video color retinal imagin compared with Early Treatment Diabetic Retinopathy Study seven standard field 35-mm stereo color photos for determining level of diabetic retinopathy. *Ophthalmology*, 109(3), 572–585.
- Busik, J.V., Esselman, W.J., y Reid, GE. (2012). Examining the role of lipid mediators in diabetic retinopathy. *Journal of Clinical Lipidology*, 7(6), 661–675. doi: 10.2217/clp.12.68

- Cai, J., y Boulton, M. (2002). The pathogenesis of diabetic retinopathy: old concepts and new questions, *Eye*, 16(3), 242–260. doi: 10.1038/sj.eye.6700133
- Campbell, N.R., Leiter, L.A., Larochelle, P., Tobe, S., Chockalingam, A., Ward, R.,...Tsuyuki, R. (2009). Hypertension in diabetes: a call to action. *The Canadian Journal of Cardiology*, 25(5), 299-302.
- Campos, A., y Arce, J.M. (2011). Los sistemas de acreditación universitaria en Centroamérica. *Revista Calidad en Educación Superior*, 3(1), 11-22. doi: 12.2075/0257-7644.23.1.221
- Carnicero, J. y otros (2002), “Algunas directrices estratégicas para los sistemas de información de los servicios de salud”, *Todo Hospital*, N° 191.
- Carnicero, J. y D. Rojas (2010), Aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones en los sistemas de salud de Bélgica, Dinamarca, España, Reino Unido y Suecia, Serie Políticas sociales, N° 168. Disponible en <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/3/41613/sps168-TIC-sistemas.pdf>.
- Carnicero, J., Fernández, A., & Rojas de la Escalera, D. (2014). Manual de salud electrónica para directivos de servicios y sistemas de salud. Volumen II: Aplicaciones de las TIC a la atención primaria de salud.
- Cavallerano, J.D., Aiello, L.P., Cavallerano, A.A., Katalinic, P., Hock, K., Kirby, R., y Aiello, L.M. (2005). Nonmydriatic digital imaging alternative for annual retinal examination in persons with previously documented no or mild diabetic retinopathy. *American Journal of Ophthalmology*, 140(4), 667-73.
- Cavallerano JD, Silva PS, Tolson AM, Francis T, Tolls D, Patel B, et al. (2012). Imager Evaluation of Diabetic Retinopathy at the Time of Imaging in a Telemedicine Program. *Diabetes Care*. 2012; 35(3):482-484.
- Cerda, R., y Torche, A. (2006). El Valor Económico de Reducir Tasas de Mortalidad: El Caso de Chile. *El Trimestre Económico*, 73(292), 719-748.
- Ceriello, A., y Colagiuri, S. (2008). International Diabetes Federation guideline for management of postmeal glucose: a review of recommendations. *Diabetic Medicine*, 25(10), 1151-1156. doi: 10.1111/j.1464-5491.2008.02565.x

- Chalk, D., Pitt, M., Vaidya, B., y Stein, K. (2012). Can the Retinal Screening Interval Be Safely Increased to 2 Years for Type 2 Diabetic Patients Without Retinopathy?. *Diabetes Care*, 35(8), 1663-1668. doi: 10.2337/dc11-2282
- Chan, C., Gangwani, R., McGhee, S., Lian, J., y Wong, D. (2015). Cost-Effectiveness of Screening for Intermediate Age-Related Macular Degeneration during Diabetic Retinopathy Screening *Ophthalmology*, 122(11), 2278 – 2285.
- Chaum E, Karnowski TP, Govindasamy VP, Abdelrahman M, Tobin KW. (2008). Automated diagnosis of retinopathy by content-based image retrieval. *Retina-the Journal of Retinal and Vitreous Diseases*. 2008; 28(10):1463-1477.
- Chávez,C., (2012). Fotografías del Fondo de Ojo. Cámara retinal no midriática, TRC – NW8. Topcon Corporation. Arica, Chile.
- Chin EK, Ventura BV, See K-Y, Seibles J, Park SS. (2014). Nonmydriatic Fundus Photography for Teleophthalmology Diabetic Retinopathy Screening in Rural and Urban Clinics. *Telemedicine and E-Health*. 2014; 20(2):102-108
- Ciudin, A., Hernández, C., y Simó, R. (2013). Molecular implications of the PPARS in the diabetic eye. *PPAR Research*, 2013. doi: 10.1155/2013/686525
- Cooksey, R.C., y McClain, D. (2011). Increased hexosamine pathway flux and high fat feeding are not additive in inducing insulin resistance: Evidence for a shared pathway. *Amino Acids*, 40(3), 841–6. doi: 10.1007/s00726-010-0701-5
- Conlin, P.R., Fisch, B.M., Cavallerano, A.A., Cavallerano, J.D., Bursell, S.E., y Aiello, L.M. (2006). Nonmydriatic teleretinal imaging improves adherence to annual eye examinations in patients with diabetes. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 43(6), 733-40.
- CPLT (2014). Estudio Nacional de Transparencia 2014.
http://www.cplt.cl/consejo/site/artic/20121213/asocfile/20121213155411/informe_final_de_resulta_dos_ent_2014__2_.pdf
- Crespo, V. Padilla, N., González, J., González, R., Crespo N., Rodríguez, Hernández, J. (2004). Prevalencia de la retinopatía diabética en pacientes del nivel primario de salud. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 20(2)
- Cruz, J., Licea, M., Hernández, P., Abraham, E., y Yanes, M. (2011). Aldosa reductasa y proteína quinasa C en las complicaciones crónicas de la diabetes mellitus. *Revista Mexicana de Patología Clínica*, 58(2), 102-107.

- Currell R, Urquhart C, Wainwright P, Lewis R. (2000). Telemedicine versus face to face patient care: effects on professional practice and health care outcomes. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2000, Issue 2. Art. No.: CD002098. DOI: 10.1002/14651858.CD002098.
- Cushman, W.C., Evans, G., Byington, R., Goff, D., Grimm, R., Cutler, J.,...Ismail-Beigi, F. (2010). Effects of Intensive Blood-Pressure Control in Type 2 Diabetes Mellitus. *The New England Journal of Medicine*, 362(17), 1575-85. doi: 10.1056/NEJMoa1001286.
- Dall TM, Gallo PD, Chakrabarti R, et al. THE CARE SPAN An aging population and growing disease burden will require a large and specialized health care workforce by 2025. *Health Aff (Millwood)* 2013; 32: 2013–2020.
- Damisch, H. (1978). Five Notes for a Phenomenology of the Photographic Image. *The MIT Press*, 5, 70–72. doi: 10.2307/778645
- Danaei, G., Finucane, M.M., Lu, Y., Singh, G.M., Cowan, M.J., Paciorek, C.J. Ezzati, M. (2011). National, regional, and global trends in fasting plasma glucose and diabetes prevalence since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 370 country-years and 2.7 million participants. *Lancet*, 378(9785), 31–40.
- Davison, M.B., Schriger, D.L., Peters, A.L., y Lober, B. (1999). Relationship between fasting plasma glucose and glycosylated hemoglobin: potential for false- positive diagnoses of type 2 diabetes using new diagnostic criteria. *JAMA*, 281(13), 1203-1210.
- Deakin, T.A., McShane, C.E., Cade, J.E., y Williams, R. (2005). Group based training for self-management strategies in people with type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 18(2). doi: 10.1002/14651858.CD003417.pub2
- Derevjanik, N.L., Viores, S.A., Xiao, W., Mori, K., Turon, T., Hudish, T.,... (2002). Quantitative assessment of the integrity of the blood-retinal barrier in mice. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 43(7), 2462-2467.
- The Diabetes Control and Complications Trial Research Group. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* 1993;329:977-96.
- Diamond, J.P., McKinnon, M., Barry, C., Geary, D., McAllister, I.L., House, P., Constable, I.J., 1998. Non- mydriatic fundus photography: a viable alternative to fundoscopy for identification of diabetic retinopathy in an Aboriginal population in rural Western Australia? *Aust. N. Z. J. Ophthalmol.* 26, 109– 15.

- Ding, J. & Wong, Curr TY Diab Rep (2012). Current Epidemiology of Diabetic Retinopathy and Diabetic Macular Edema. 12: 346. doi: 10.1007 / s11892-012-0283-6
- Dreher, W.A., Reiter, K., y Weinreb, R.N. (1992). Spatially resolved birefringence of the retinal nerve fiber layer assessed with a retinal laser ellipsometer. *Applied Optics*, 31(19), 3730-3735. doi: 10.1364/AO.31.003730
- Duchin KS, Asefzadeh B, Poulaki V, Rett D, Marescalchi P, Cavallerano A. (2015). Teleretinal imaging for detection of referable macular degeneration. *Optom Vis Sci*. 2015;92(6):714-8
- Dyaberi R, Bajantri YB, Khatib ZI. (2015). Smartphone indirect ophthalmoscopy: For screening, evaluation, and documentation of the ocular fundus. *Jovenal Vision Sciences* 2015: 1(1):13-16
- España. Real Decreto 1030/2006, de 15 de septiembre. (2006). Se establece la cartera de servicios comunes del Sistema Nacional de Salud y el procedimiento para su actualización. *Boletín Oficial del Estado*, 16 de septiembre de 2006, núm. 222, p. 32650-32679
- Farley, T.F., Mandava, N., Prall, F.R., Carsky, C., 2008. Accuracy of Primary Care Clinicians in Screening for Diabetic Retinopathy Using Single-Image Retinal Photography. *Ann. Fam. Med.* 6, 428–434
- Fleming AD, Philip S, Goatman KA, Prescott GJ, Sharp PF, Olson JA. (2011). The evidence for automated grading in diabetic retinopathy screening. *Current diabetes reviews*. 2011; 7(4):246-252.
- Ferrero, S. (2012). Retrato de la Desigualdad en Chile. Concepto de desigualdad, y su sentido en distintos sectores de política pública. Biblioteca Congreso Nacional. Senado de Chile.
- Fonda, S., Bursell, S., Lewis, D., Garren, J., Hock, K., y Cavallerano, J. (2007). The relationship of a diabetes telehealth eye care program to standard eye care and change in diabetes health outcomes. *Telemedicine journal and e-Health*, 13(6), 635-644. doi:10.1089/tmj.2007.0025.
- Fong, D.S., Aiello, L., Gardner, T.W., King, G.L., Blankenship, G., Cavallerano, J.D.,...Klein, R. (2004). Retinopathy in Diabetes. *Diabetes Care*, 27(1), 84-87.
- Fransen, S.R., Leonard-Martin, T.C., Feuer, W.J., y Hildebrand, P.L. (2002). Clinical evaluation of patients with diabetic retinopathy: Accuracy of the Inoveon diabetic retinopathy-3DT system. *Ophthalmology*, 109(3), 595–601.

- Frick, K.D., y Foster, A. (2003). The magnitude and cost of global blindness: an increasing problem that can be alleviated, *American Journal of Ophthalmology*, 135(4), 471-6.
- Gambino, S. (2016). Derechos sociales, Carta de Derechos Fundamentales e integración europea. *Revista de Derecho*, (4).
- Gardner, T., Antonetti, D., Barber, A., LaNoue, K.F., y Levison, S.W. (2002). Diabetic retinopathy: more than meets the eye. *Survey of Ophthalmology*, 47(2), 253-262.
- Garratt, S. (Ed.) (2014). *American Academy of Ophthalmology Retina/Vitreous Panel, Preferred Practice Pattern Guidelines. Diabetic Retinopathy*. San Francisco, California, EE.UU: American Academy of Ophthalmology.
- Gattini, C., y Girard, J. (2009). *Salud en Sudamérica 2008. Panorama de situación enfocado en aspectos prioritarios de la Agenda Suramericana de Salud*. Recuperado de http://www.paho.org/chi/images/PDFs/salud_en_sudamerica_2008.pdf?ua=1
- Genuth, S., Alberti, K.G., Bennett, P., Buse J., Defronzo, R., Kahn, R.,...Zimmet, P. (2003). Follow-up report on the diagnosis of diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 26(11), 3160–3167.
- Geraldes P, Hiraoka-Yamamoto J, Matsumoto M, Clermont A, Leitges M, Marette A, Aiello LP, Kern TS, King GL. (2009). Activation of PKC-delta and SHP-1 by hyperglycemia causes vascular cell apoptosis and diabetic retinopathy. *Nat Med*. 2009;15:1298–1306
- Geraldes P, King GL. (2010). Activation of Protein Kinase C Isoforms and Its Impact on Diabetic Complications. *Circulation Research*. 2010;106:1319-1331. April 30, 2010, Volume 106, Issue 8
- Gimeno Orna JA, et al. (2014). Riesgo de morbimortalidad cardiovascular según el tiempo de evolución de la diabetes tipo 2. *Clin Invest Arterioscl*.
- Goday, A., Castell, C., Tresserras, R., Canela, R., y Lloveras, G. (1992). Incidence of type 1 (insulin-dependent) diabetes mellitus in Catalonia (Spain). *Diabetologia*, 35(3), 267-271.
- Gómez-Ulla, F., Fernandez, M.I., Gonzalez, F., Rey, P., Rodriguez, M., Rodriguez-Cid, M.J.,...Gude, F. (2002). Digital retinal images and teleophthalmology for detecting and grading diabetic retinopathy. *Diabetes Care*, 25(8), 1384-1389. doi: 10.2337/diacare.25.8.1384

- Gómez, R. M. (2016). Contenido y novedades del Reglamento General de Protección de Datos de la UE (Reglamento UE 2016/679, de 27 de abril de 2016) . *Gabilex: Revista del Gabinete Jurídico de Castilla-La Mancha*, (6), 243-280.
- Gómez Galán, R. (2016). Derechos de las personas en relación con la salud. Fundamentación jurídica en el ordenamiento español.
- González de la Peña, A. S. G., & en Derecho, L. El secreto del profesional sanitario: Limitaciones y Singularidades
- Guo, R., Cai, L., & Zhang, W. (2016). Effectuation and causation in new internet venture growth. *Internet research: Electronic networking applications and policy*, 26(2), 460-483.
- Guedes, M.F., Portes, A.J, Couto, A., Nunes, J., y Oliveira, C. (2009). Prevalência da retinopatia diabética em unidade do Programa de Saúde da Família. *Revista Brasileira de Oftalmologia*, 68(2), 90-95. doi: 10.1590/S0034-7280200900020000
- Gupta, V., Bansal, R., Gupta, A., & Bhansali, A. (2014). Sensitivity and specificity of nonmydriatic digital imaging in screening diabetic retinopathy in Indian eyes. *Indian Journal of Ophthalmology*, 62(8), 851–856. <http://doi.org/10.4103/0301-4738.141039>
- Gupta, A., Cavallerano, J., Sun, J. K., & Silva, P. S. (2016). Evidence for Telemedicine for Diabetic Retinal Disease. In *Seminars in Ophthalmology* (pp. 1-7). Taylor & Francis.
- Güemez, E. (2008). Hermann von Helmholtz y el oftalmoscopio. *Revista Mexicana de Oftalmología*, 82(1), 62-64.
- Hall G, Hennesy M, Barton J, Coroneo M. Teleoph- thalmology-assisted corneal foreign body removal in a rural hospital. *Telemed J E Health*. 2005;11(1):79-83
- Hammes, H.P. (2005). Pericytes and the pathogenesis of diabetic retinopathy. *Hormone and Metabolic Research*, 37(1), 39-43.
- Harding, S.P., Broadbent, D.M., Neoh, C., White, M.C., y Vora, J. (1995). Sensitivity and specificity of photography and direct ophthalmoscopy in screening for sight threatening eye disease: the Liverpool Diabetic Eye Study. *British Medical Journal*, 311(7013), 1131–1135.
- Harris MI, Klein R, Cowie CC, Rowland M, Byrd-Holt DD. (1998). Is the risk of diabetic retinopathy greater in non-Hispanic blacks and Mexican Americans than in non-Hispanic whites with type 2 diabetes? A US population study. *Diabetes Care* 1998; 21: 1230– 1235
- Helen K. Li, Mark Horton, Sven-Erik Bursell, Jerry Cavallerano, Ingrid Zimmer-Galler, Mathew Tennant, Michael Abramoff, Edward Chaum, Debra Cabrera DeBuc, Tom Leonard-Martin y Marc

- Winchester. (2011). Telemedicina y e-Salud. Noviembre de 2011, 17 (10): 814-837. doi: 10.1089 / tmj.2011.0075.
- Hernández, Y. Valdés, M. Rowley, J. Caracterización clínica- epidemiológica de la diabetes mellitus en el adulto mayor. Vol.10. No.1. 2015
- Holland WW, Stewart S, Masseria C. (2006). Policy brief: screening in Europe [en línea]. Geneva: World Health Organization, European Observatory on Health Systems and Policies.
- Hutchinson A, McIntosh A, Peter J, O'Keeffe C, Khunti K, Baker R. Effectiveness of screening and monitoring test for diabetic retinopathy- a systematic review. *Diabetic Medicine* 2000; 17: 495-506.
- Herren, H. y Guillemet, S. (1982) Estudio sobre la educación de los niños y adolescentes ciegos, amblíopes y sordociegos. Barcelona: Editorial Médico y Técnica, S.A.
- Hypertension without compelling indications: 2013 CHEP recommendations. Hypertension Canada website <http://arquivos.sbn.org.br/pdf/chep2013.pdf>
- Illnait, J.P. (1997). La dislipidemia en el paciente diabético. Parte I: Bioquímica patológica. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 13(4), 372-377.
- Infante, A., y Paraje, G. (2010). La reforma AUGE 10 años después. En O. Larrañaga, D. Contreras. (Eds.1), *Las Nuevas Políticas de Protección Social en Chile*. Santiago de Chile, Chile: Uqbar Editores.
- Informe sobre desarrollo humano 2014. (2014). Sostener el progreso humano: Reducir vulnerabilidades y construir resiliencia.
- Iniguez, L. (2008). Territorio y contextos en la salud de la población. *Revista Cubana de Salud Pública*, 34(1), 0-0. ISSN 0864-3466
- Inoguchi, T. Battan, R. Handler, E. Sportsman, JR. Heath, W. King, GL. (1992). Preferential elevation of protein kinase C isoform beta II and diacylglycerol levels in the aorta and heart of diabetic rats: Differential reversibility to glycemic control by islet cell transplantation. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1992; 89:11059–11063.
- Instituto Nacional de Estadísticas. (2013). *CENSO de Chile 2012*. Recuperado de http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos_poblacion_vivienda/comision_investigadora/nacional/informe_final-comision-nacional.pdf

Instituto Nacional de Estadísticas. (2012). *Resultados preliminares Censo población y vivienda 2012*. Recuperado de http://www.cooperativa.cl/noticias/site/artic/20120831/asocfile/20120831161553/resultados_preliminares_censo_2012.pdf

Instituto Nacional de Estadísticas. (2002). *Censo 2002*. Recuperado de <http://www.ine.cl/cd2002/sintesisencensal.pdf>

Instituto Nacional de la Salud. Subdirección General de Coordinación Administrativa Madrid. (2001). *Los equipos de atención primaria. Propuestas de mejora*. Recuperado de <http://www.ingesa.msc.es/estadEstudios/documPublica/internet/pdf/eap.pdf>

International Diabetes Federation. (2013). *Global Guideline for Managing Older People with Type 2 Diabetes*. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation.

International Diabetes Federation. (2015). *IDF Diabetes Atlas, 7 ed.* Brussels, Belgium: International Diabetes Federation.

International Federation Europe, y World Health Organization. (1990). *Diabetes Care and Research in Europe: The Saint Vincent Declaration*. *Diabetes Medicine*, 7(4), 360.

International Agency for the Prevention of Blindness 2010 Report. Recuperado de http://www.iapb.org/sites/iapb.org/files/State%20of%20the%20World%20Sight_2010.pdf

Jackman, W.T., y Webster, J.D. (1886). On photographing the retina of the living human eye. *The Philadelphia Photographer*, 23(275), 340-341. Recuperado de <http://www.archive.org/stream/philadelphiaphot18861phil#page/340/mode/1up>

James, P.A., Oparil, S., Carter, B.L., Cushman, W.C., Dennison-Himmelfarb, C., Handler, J.,...Ortiz, E. (2014). 2014 Evidence-Based Guideline for the Management of High Blood Pressure in Adults: Report From the Panel Members Appointed to the Eighth Joint National Committee (JNC 8). *JAMA*, 311(5), 507-520. doi:10.1001/jama.2013.284427

Jones K, Moon G. (1993) Medical geography: taking space seriously. *Prog Hum Geogr*. 1993;17:515-24.

Joshi, S.R., Das, A.K., Vijay, V.J., y Mohan, V. (2008). Challenges in diabetes care in India: Sheer numbers, lack of awareness and inadequate control. *Journal of the Association of Physicians of India*, 56, 443–450.

- Kawasaki, R., Akune, Y., Hiratsuka, Y., Fukuhara, S., y Yamada, M. (2015). Cost-utility Analysis of Screening for Diabetic Retinopathy in Japan: A Probabilistic Markov Modeling Study. *Ophthalmic Epidemiology*, 22(1), 4-12. doi: 10.3109/09286586.2014.988876
- Keeler, C.R. (2002). The ophthalmoscope in the lifetime of Hermann von Helmholtz. *Archives of Ophthalmology*, 120(2), 194-201.
- Kearns RA, Joseph AE. (1993) Space in its place: developing the link in medical geography. *Soc Sci Med*. 1993;37:711-7.
- Khan T, Bertram MY, Jina R, Mash B, Levitt N, Hofman K. Preventing diabetes blindness: cost effectiveness of a screening programme using digital non-mydratic fundus photography for diabetic retinopathy in a primary health care setting in South Africa. *Diabetes Res Clin Pract*. 2013;101(2): 170-176.
- Klein, R., Klein, B.K., Moss, S.E., Davis, M.D., y DeMets, D.L. (1984). The Wisconsin Epidemiologic Study of Diabetic Retinopathy: II. Prevalence and Risk of Diabetic Retinopathy When Age at Diagnosis Is Less Than 30 Years. *Archives of Ophthalmology*, 102(4), 520-526. doi:10.1001/archopht.1984.01040030398010
- Klein, R., Klein, B.E.K., 2002. Screening for diabetic retinopathy, revisited. *Am. J. Ophthalmol*. 134, 261–3.
- Klein, R., Knudtson, M.D., Lee, K.E., Gangnon, R., y Klein, B.E.K. (2009). The Wisconsin Epidemiologic Study of Diabetic Retinopathy XXIII. The Twenty-Five Year Incidence of Macular Edema in Persons with Type 1 Diabetes. *Ophthalmology*, 116(3), 497-503. doi: 10.1016/j.opht.2008.10.016
- Knott, R., y Forrester, J. (2003). Pathogenesis of diabetic eye disease. En J.C. Pickup, G. Williams. (Eds.) *Textbook of Diabetes*. 3rd ed. (pp. 48.1-48.17). Malden, Massachusetts, EE.UU.: Blackwell Science Ltd.
- Kokuina, E. (2001). De la autoinmunidad a las enfermedades autoinmunes. *Revista Cubana de Medicina*, 40(1), 36-44. ISSN 1561-302X
- Kohner, E.M. (1991). Retinopathy Working Party. A Protocol for Screening for Diabetic Retinopathy in Europe. *Diabetic Medicine*, 8, 263–267. doi: 10.1111/j.1464-5491.1991.tb01583.x
- Konschak, C. y B. Flareau (2008), “New Frontiers in Home Telemonitoring: It's Already Here. Where Are You?”, *J Health Inf Manag*, vol. 22, N° 3.

- Kundu, D., Mandal, T., Nandi, M., Osta, M., Bandyopadhyay, U., y Ray, D. (2014). Oxidative stress in diabetic patients with retinopathy. *Annals of African Medicine*, 13(1), 41–6. doi: 10.4103/1596-3519.126951
- Kumar, S., Wang, E., Pokabla, M., Noecker, R. (2012). Telemedicine and e-Health. March 2012, 18(2): 158-162. Doi:10.1089/tjm.2011.0089.
- Kuper, H., Polack, S., y Limburg, H. (2006). Rapid assessment of avoidable blindness. *Community Eye Health*, 19(60), 68–69.
- Lamirel, C., Bruce, B.B., Wright, D.W., Delaney, K.P., Newman, N.J., y Biousse, V. (2012). Quality of non-mydratic digital fundus photography obtained by nurse practitioners in the emergency department: the FOTO-ED study. *Ophthalmology*. 119(3), 617-624. doi: 10.1016/j.opht.2011.09.013.
- Lancheros-Cuesta D, Tumialán A, Vargas J, Pérez H, Carrizosa M. (2014). Telemedicine platform for monitoring diabetic retinopathy. En: 9th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). 2014 junio 18-21. Barcelona (España): IEEE. doi:10.1109/CISTI.2014.6876924
- Leasher, J.L., Lansingh, V., Flaxman, S.R., Jonas, J.B., Keeffe, J., Naidoo, K.,... Bourne, R.R. (2014). Prevalence and causes of vision loss in Latin America and the Caribbean: 1990–2010. *British Journal of Ophthalmology*, 98(5), 619-628.
- Ley de Transparencia de Chile, 2016. http://transparencia.redsalud.gov.cl/transparencia/public/AO058/2016/09/per_contrata.html
- Li HK, Danis RP, Hubbard LD, Florez-Arango JF, Esquivel A, Krupinski EA. (2011). Comparability of Digital Photography with the ETDRS Film Protocol for Evaluation of Diabetic Retinopathy Severity. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2011; 52(7):4717-4725. Disponible on-line: <http://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2188370>
- Li, Z., Wu, C., Olayiwola, J.N., Hilaire, D.S., y Huang, J.J. (2012). Telemedicine-based digital retinal imaging vs standard ophthalmologic evaluation for the assessment of diabetic retinopathy. *Connecticut Medicine*, 76(2), 85–90.
- Limburg, H., Barría, F., Gomez, P., Silva, J.C., y Foster, A. (2008). Review of recent surveys on blindness and visual impairment in Latin America. *British Journal of Ophthalmology*, 92(3), 315-319. doi: 10.1136/bjo.2007.125906

- Limburg, H., Espinoza, R., Lansingh, V.C., y Silva, J.C. (2015). Functional low vision in adults from Latin America: findings from population-based surveys in 15 countries. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 37(6), 371–378.
- Lin, D.Y., Blumenkranz, M.S., Brothers, R.J., y Grosvenor, D.M. (2002). The sensitivity and specificity of single-field nonmydriatic monochromatic digital fundus photography with remote image interpretation for diabetic retinopathy screening: a comparison with ophthalmoscopy and standardized mydriatic color photography. *The American Journal of Ophthalmology*. 134(2), 204 – 213.
- Looker, H.C., Nyangoma, S.O., Cromie, D.T., Olson, J.A., Leese, G.P., Philip, S.,...Colhoun, H.M. (2013). Predicted impact of extending the screening interval for diabetic retinopathy: The Scottish Diabetic Retinopathy Screening programme. *Diabetologia*, 56(8), 1716-1725. doi:10.1007/s00125-013-2928-7.
- Lowenfeld, V. (1952). *The Nature of Creative Activity*. London, England: Routledge and Kegan Paul.
- Mahdy, R., y Nada, W.M. (2011). Evaluation of the role of vascular endothelial growth factor in diabetic retinopathy. *Ophthalmic Research*, 45(2), 87–91. doi: 10.1159/000317062
- Lozoya M. Análisis de los centros de telecomunicaciones de un centro de atención médico móvil en el sector de telemedicina. Proyecto Fin de Carrera; Ingeniería de Telecomunicaciones; Escuela Politécnica Superior. Universidad Carlos III de Madrid. 2010.
- Ludwig C, Callaway N, Park J, Leng T. Mobile Health in the Retinal Clinic Population: Access to and Interest in Self-Tracking. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*.2016; 47: 252-257. doi: 10.3928/23258160-20160229-08
- Maberley, D., Walker, H., Koushik, A., y Cruess, (2003). A. Screening for diabetic retinopathy in James Bay, Ontario: a cost-effectiveness analysis. *Canadian Medical Association Journal*, 168(2), 160-164.
- Maguire, M. Daniel, E. Niemeijer, M. Pistilli, M. Folk, J. Abramoff, M. (2015). Identifying Diabetic Eye Disease: Comparison of Clinical Examination by Ophthalmologists to Automated Detection from Retinal Color Images. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2015;56(7):2014.
- Mancia, G., De Backer, G., Dominiczak, A., Cifkova, R., Fagard, R., Germano, G.,...Zamorano, J.L. (2007). Guidelines for the management of arterial hypertension. *European Heart Journal*, 28(12), 1462-1536. doi: 10.1093/eurheartj/ehm236
- Mansberger, S.L., Gleitsmann, K., Gardiner, S., Shepler, C., Demirel, S., Wooten, K., et al. (2013). Comparing the effectiveness of telemedicine and traditional surveillance in providing diabetic

- retinopathy screening examinations: A randomized controlled trial. *Telemedicine Journal and e-Health*, 19(12), 942–8. doi: 10.1089/tmj.2012.0313
- Manson J, Skerrett P, Greenland P, Vanlallie T. (2004). The Escalating Pandemics of Obesity and Sedentary Lifestyle. *Arch Intern Med* 2004; 164: 249-258
- Manzano, A. & Sneider, j. (2014). Implementacion de un sistema de informacion para la gestion de los procesos presentes en la empresa “asucap, san jorge” (doctoral dissertation).
- Mathenge W, Bastawrous A, Peto T, Leung I, Yorston D, Foster A, et al. (2014) Prevalence and correlates of diabetic retinopathy in a population-based survey of older people in Nakuru, Kenya. *Ophthalmic Epidemiol.* 2014;21(3):169–77.
- Marozas, L.M. y Fort, P.E. (2014). Diabetic Retinopathy—Update on Prevention Techniques, Present Therapies, and New Leads. *The US Ophthalmic Review*, 7(1), 54–58.
- Martin, M.N., y Michael, W.U. (2015). Diabetic retinopathy – ocular complications of diabetes mellitus, *World Journal of Diabetes*, 15; 6(3): 489–499. doi: 10.4239/wjd.v6.i3.489
- Martínez, M., Moya, M., Bellot, A., y Belmonte, J. (2012). Cribado de retinopatía diabética y teleoftalmología. *Archivo de la Sociedad Española de Oftalmología*, 87(12), 392-395. doi: 10.1016/j.ofal.2012.04.004
- Martínez I. Contribuciones a modelos de tráfico y control de QoS en los nuevos servicios sanitarios basados en telemedicina. (2006) [Tesis doctoral]. Zaragoza: Universidad de Zaragoza. pp:1
- Matsui, M., Tashiro, T., Matsumoto, K., y Yamamoto, S. (1973). A study on automatic and quantitative diagnosis of fundus photographs. I. Detection of contour line of retinal blood vessel images on color fundus photographs (author’s transl.). *Nippon Ganka Gakkai Zasshi*, 77(8), 907–918.
- McWilliam, C.L., Stewart, M., Brown, J.B., McNair, S., Donner, A., Desai, K., y Galajda, J. (1999). Home-based health promotion for chronically ill older persons: results of a randomized controlled trial of a critical reflection approach. *Health Promotion International*, 14(1), 27-41.
- Mellor, H., y Parker, P.J. (1998). The extended protein kinase C superfamily. *Biochemical Journal*, 332(2), 281-292.
- Meltzer, J. P., & Pérez, C. (2016). Digital Colombia: Maximizing the global internet and data for sustainable and inclusive growth.

- Mignone, J., Bartlett, J., O'Neil, J., y Orchard, T. (2007). Best practices in intercultural health: five case studies in Latin America. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 3, 31. doi: 10.1186/1746-4269-3-31
- Milne, R., y Brownstein, S. (2013). Advanced glycation end products and diabetic retinopathy. *Amino Acids*, 44(6), 1397–407. doi:10.1007/s00726-011-1071-3
- Ministerio de Desarrollo Social. (2007). Encuesta de caracterización socioeconómica nacional. La situación de la pobreza en Chile 2006. Encuesta CASEN 2006. Recuperado de <http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/layout/doc/casen/Pobreza.pdf>
- Ministerio de Salud de Chile (2014). *FONASA: Cuenta Pública participativa 2014*. Recuperado de http://www.fonasa.cl/Trans_Docs/2015/03/OTROS/CTAPUB/CUENTA%20PUBLICA%202014.pdf
- Ministerio de Salud de Chile. (2010). *Encuesta Nacional de Salud 2009-2010*. Recuperado de <http://web.minsal.cl/portal/url/item/bcb03d7bc28b64dfe040010165012d23.pdf>
- Ministerio de Salud de Chile. (2010). *Guía clínica Retinopatía Diabética*. Recuperado de <http://web.minsal.cl/portal/url/item/7222754637ab8646e04001011f014e64.pdf>
- Ministerio de Salud de Chile (2010). *Estrategia nacional de salud para el cumplimiento de los Objetivos Sanitarios de la Década 2011-2020*. Recuperado de <http://web.minsal.cl/portal/url/item/c4034eddbbc96ca6de0400101640159b8.pdf>
- Ministerio de Salud de Chile. (2007). *Estudio Carga de Enfermedad GES*. Recuperado de <http://www.minsal.cl>
- Ministerio de Salud de Chile. (2004). *Ley 19.337 de Autoridad Sanitaria y Gestión*. Recuperado de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=221629>
- Mitchell, P., Smith, W., Wang, J.J., y Attebo, K. Prevalence of diabetic retinopathy in an older community: The Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology*, 105(3), 406 – 411.
- Mohan, R., Kohner, E.M., Aldington, S.J., Nijhar, I., Mohan, V., y Mather, H.M. (1988). Evaluation of a non-mydratic camera in Indian and European diabetic patients. *The British Journal of Ophthalmology*, 72(11), 841-5.
- Monteagudo, J.L., Serrano, L., Hernández, C., (2005). La telemedicina: ¿ciencia o ficción? *An. Sist. Sanit. Navar.*; 28 (3): 309-323.

- Moreno, E., y Miles, J. (2009). Chile y los adultos mayores: Impacto en la sociedad del 2000, Servicio Nacional del Adulto Mayor. Departamento Estadísticas Demográficas y Sociales, Instituto Nacional de Estadística, Gobierno de Chile
- Morgan CL, Currie CJ, Stott NCH, Smithers M, Butler CC, Peters JR. The prevalence of multiple diabetes-related complications. *Diabetic Med* 2000; 17: 146–151.
- Nentwich, M.M., y Ulbig, M.W. (2015). Diabetic retinopathy - ocular complications of diabetes mellitus. *World Journal of Diabetes*, 6(3), 489–499. doi: 10.4239/wjd.v6.i3.489
- Newton, Michael J. (2014). The promise of telemedicine. *Survey Ophthalmology*. Volume 59, Issue 5, 559 – 567, September 2014.
- Nguyen, Q.D., Shah, S.M., Van Anden, E., Sung, J.U., Vitale, S., y Campochiaro, P.A. (2004). Supplemental oxygen improves diabetic macular edema: a pilot study. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 45(2), 617-624.
- Nguyen H.V, Tan G.S, Tapp R.J, Mital S, Ting D.S, Wong H.T, Tan C.S, Laude A, Tai E.S, Tan N.C, Finkelstein E.A, Wong T.Y, Lamoureux E.L. (2016). Cost-effectiveness of a National Telemedicine Diabetic Retinopathy Screening Program in Singapore *Ophthalmology*. 2016 Dec;123(12):2571-2580. doi: 10.1016/j.opthta.2016.08.021. Epub 2016 Oct 7.
- Nishikawa T, Edelstein D, Du XL, Yamagishi S, Matsumura T, Kaneda Y, Yorek MA, Beebe D, Oates PJ, Hammes HP, Giardino I, Brownlee M. (2000) Normalizing mitochondrial superoxide production blocks three pathways of hyperglycaemic damage. *Nature*. 2000;404:787–790.
- O'Dwyer, L.A., Baum, F., Kavanagh, A., y Macdougall C. (2007). Do area-based interventions to reduce health inequalities work: a systematic review of evidence. *Critical Public Health*, 17(4), 317-335.
- Ogunyemi, O., George, S., Patty, L., Teklehaimanot, S., y Baker, R. (2013). Teleretinal Screening for Diabetic Retinopathy in Six Los Angeles Urban Safety-Net Clinics: Final Study Results. *AMIA Annual Symposium Proceedings*, 2013, 1082-1088.
- Ola, M.S., Nawaz, M.I., Siddiquei, M.M., Al-Amor, S., y Abu El-Asrar, A.M. (2012). Recent advances in understanding the biochemical and molecular mechanism of diabetic retinopathy. *Journal of Diabetes and Its Complications*, 26(1), 56–64. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2011.11.004
- Olaiz-Fernández, Gustavo, Rojas, Rosalba, Aguilar-Salinas, Carlos A, Rauda, Juan, & Villalpando, Salvador. (2007). Diabetes mellitus en adultos mexicanos: resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2000. *Salud Pública de México*, 49(Supl. 3), s331-s337. Recuperado en 08 de

noviembre de 2016, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342007000900004&lng=es&tlng=es.

Organización Mundial de la Salud. (2009). *Prevención de la ceguera y la discapacidad visual evitables, 62ª Asamblea Mundial de la Salud*. Recuperado de http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/A62/A62_7-sp.pdf

Organización Mundial de la Salud. (1978). *Declaración de Alma Ata*. Recuperado de http://www.promocion.salud.gob.mx/dgps/descargas1/promocion/1_declaracion_deALMA_ATA.pdf

Outomuro, Delia, & Actis, Andrea Mariel. (2013). Estimación del tiempo de consulta ambulatoria en clínica médica. *Revista médica de Chile*, 141(3), 361-366. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872013000300012>

Palma, L. R. B., & Madrigal, L. M. S. (2014). Propuesta de Diseño de un Sistema de Información para Servicio de Trabajo Social del Hospital San Vicente de Paúl.

Paraje, G., y Vasquez, F. (2012). Health equity in an unequal country: the use of medical services in Chile. *International Journal for Equity in Health*, 11, 81.

Pascolini, D., y Mariotti, S.P. (2012). Global estimates of visual impairment: 2010. *British Journal of Ophthalmology*, 96(5), 614-618.

Phan A-DT, Koczman JJ, Yung C-W, Pernic AA, Doerr ED, Kaehr MM. (2014). Cost analysis of teleretinal screening for diabetic retinopathy in a county hospital population. *Diabetes Care*. 2014;37(12):e252-e253

Pociot, F., Akolkar, B., Concannon, P., Erlich, H.A., Julier, C., Morahan G.,...Nerup, J. (2010). Genetics of Type 1 Diabetes: What's Next?. *Diabetes*, 59(7), 1561-1571.

Polack, S., Yorston, D., López-Ramos, A., Lepe-Orta, S., Martins R., Alves, L., Grau-Alvidrez, C., Gomez-Bastar, P., Kuper, H., (2012). Rapid Assessment of Avoidable Blindness and Diabetic Retinopathy in Chiapas, Mexico, *Ophthalmology*, Volume 119, Issue 5, May 2012, Pages 1033-1040, ISSN 0161-6420, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ophtha.2011.11.002>.

Prado-Serrano, A., Guido-Jiménez, M. A., & Camas-Benitez, J. T. (2009). Prevalencia de retinopatía diabética en población mexicana. *Rev Mex Oftalmol*, 83(5), 261-6.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2013) *Informe sobre Desarrollo Humano 2013. El ascenso del Sur: Progreso humano en un mundo diverso*. Recuperado de http://www.undp.org/content/dam/venezuela/docs/undp_ve_IDH_2013.pdf

- Puentes, J.S., y Torres, Y. (2012). *Atención Primaria en Salud en Latinoamérica: Revisión Temática* (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
- Quesada, L. J., & Beltrán, M. C. S. (2016). Desafíos para la protección de los derechos sociales en Europa: La Carta Social Europea. *Revista de Administración Pública*, 275-308.
- Rachapelle, S., Legood, R., Alavi, Y., Lindfield, R., Sharma, T., Kuper, H., y Polack, S. (2013). The cost-utility of telemedicine to screen for diabetic retinopathy in India. *Ophthalmology*, 120(3), 566-573. doi: 10.1016/j.opthta.2012.09.002
- Ramírez, L. C. V. (2016). Los sistemas de información para la gerencia en salud pública. *Visión Gerencial*, (2), 435-460.
- Rani PK, Raman R, Agarwal S, Paul PG, Uthra S, Margabandhu G, et al. (2005). Diabetic retinopathy screening model for rural population: awareness and screening methodology. *Rural and Remote Health*. 2005; 5(4):350
- Ransom, D.C., Fisher, I., y Terry, H.E. (1992), The California Family Health Project' Project: II. Family World View and Adult Health. *Family Process*, 31, 251–267. doi: 10.1111/j.1545-5300.1992. 00251.x
- Raña, J., Ferrer, J.C., Bedregal, P. (2007). Modelo de asignación de recursos en atención primaria. *Revista Médica de Chile*, 135(1), 54-62.
- Ravin, J.G. (1999) Sesquicentennial of the ophthalmoscope. *Archives of Ophthalmology*, 117(12), 1634-1638.
- Rebolledo, O. (2004) El estrés glicoxidativo en la diabetes mellitus. *RAEM* 2004, vol. 41.
- Reyes, A., Hernández, G. y Abreu, R. (2003). Telemedicina en el screening de la retinopatía diabética: nuestra experiencia. *Archivos de la Sociedad Canaria de Oftalmología*. 14, 1–4.
- Riffo, L. (2007). Desarrollo económico regional y movimientos de población en Chile. Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago. Ministerio de Desarrollo y Planificación Social y Banco Central de Chile.
- Rodríguez V., C. Alonso Á., R. de Dios del V., R. Salazar M., M. Cuesta G., M.J. Ruiz G., M. Cubillas M., M. Rodríguez V. (2016). Five-year experience of tele-ophthalmology for diabetic retinopathy screening in a rural population. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología* (English Edition), Volume 91, Issue 9, September 2016, Pages 426-430

- Rodríguez Rodríguez, Beatriz, Rodríguez Rodríguez, Violeta, Ramos López, Meysi, Velázquez Villares, Yolanda, Alemañi Rubio, Ernesto, González Díaz, Rafael Ernesto, & Chiang Rodriguez, Caridad. (2015). Estrategia nacional para la prevención de ceguera por retinopatía diabética. *Revista Cubana de Oftalmología*, 28(1)
- Roig F, Saigi F. (2009). Difficulties of incorporating telemedicine in health organizations: analytical perspectives. *Gaceta Sanitaria*. 2009; 23(2): 147.e1–147.e4
- Romero-Aroca P, Sagarra-Alamo R, Pareja-Rios A, Lopez M. (2015). Importance of telemedicine in diabetes care: Relationships between family physicians and ophthalmologists. *World Journal of Diabetes*. 2015; 6(8):1005-1008.
- Romero, P., Calviño, O., y Del Castillo, D. Estudio epidemiológico de RD, en un área básica de salud. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología*, 75, 147-52.
- Rucker, C.W. (1971). *A History of the Ophthalmoscope*. Rochester, Minnesota, EE.UU. (Published Whiting printers and stationers), 28-33
- Rudinsky, C.J., Tennant, M.T., Weis, E., Ting, A., Hinz, B.J., y Greve, M.D. (2007). Web-based grading of compressed stereoscopic digital photography versus standard slide film photography for the diagnosis of diabetic retinopathy. *Ophthalmology*, 114(9), 1748–1754.
- Ruf M, Morgan O. (2008). Diagnosis and screening [en línea]. En: HealthKnowledge Public Health Textbook. UK Department of Health.
- Sabanayagam, C. Yip, W. Ting, D. Tan, G. Wong, T. (2016). Ten Emerging Trends in the Epidemiology of Diabetic Retinopathy. *Ophthalmic Epidemiology* Vol. 23 , Iss. 4, 2016
- Sacks, D., y MacDonald, J. (1996). The pathogenesis of type 2 Diabetes Mellitus. *The American Journal of Clinical Pathology*, 105, 149-57.
- Saine, P. (2006), "Ophthalmic Imaging Essentials for Telemedicine", en Yogesan, K. y otros (Eds.) *Teleophthalmology*, First Edition. Berlin, Germany: Springer-Verlag.
- Sainz, A.T., Aguillo, E., Faure, E., et al, Reliability of Stereoscopic Nonmydriatic Retinography for Assessment of Diabetic Macular Edema when Performed by Endocrinologists. *Diabetes Technology & Therapeutics* Volume: 12 Issue 3: February 12, 2010
- Salas, F., Santos, J.L., y Pérez, F. (2013). Genética del a Diabetes Mellitus, *Revista Chilena de Endocrinología y Diabetes*, 6(1), 15-22.

- Salzsieder E, Augstein P, Vogt L, Kohnert K-D, Heinke P, Freyse E-J, et al. (2007). Telemedicine based KADIS combined with CGMS has high potential for improving outpatient diabetes care. *Journal of diabetes science and technology*. 2007; 1(4):511-521.
- Saavedra Olguín, I. E. (2016). La protección de la intimidad frente a la Red Internet: perspectivas internacionales y situación en Chile.
- Schiffman, R.M., Jacobsen, G., Nussbaum, J.J., Desai, U.R., Carey, J.D., Glasser, D.,... Goldberg, M.F. (2005). Comparison of a digital retinal imaging system and seven-field stereo color fundus photography to detect diabetic retinopathy in the primary care environment. *Ophthalmic Surgery, Lasers & Imaging*, 36(1), 46-56.
- Schoen C, Osborn R, Squires D, et al. (2012). A survey of primary care doctors in ten countries shows progress in use of health information technology, less in other areas. *Health Aff (Millwood)* 2012; 31: 2805–2816.
- Schoenfeld, E.R., Greene, J.M., Wu, S.Y., y Leske, M.C. (2001). Patterns of adherence to diabetes vision care guidelines: baseline findings from the Diabetic Retinopathy Awareness Program. *Ophthalmology*, 108(3), 563-571.
- Servicio de Salud Arica. (2014). *Informe de Planificación Estratégica 2010-2014*, Recuperado de http://hjnc.cl/docs/PLANIFICACION_ESTRATEGICA.pdf
- Sheetz, M.J., y King, G.L. (2002). Molecular Understanding of Hyperglycemia's Adverse Effects for Diabetic Complications. *JAMA*, 288(20), 2579-2588. doi:10.1001/jama.288.20.2579
- Sheldon, G., y Harold, S. Christine, K., Kay, D., Alan, M., Constantine, G., Gary, G., (2009). *Initial National Priorities for Comparative Effectiveness Research*. Washington DC, EE.UU: Institute of Medicine of the National Academies.
- Shi L, W, Dong J, Jiang K, Lu X, Shi J. Telemedicine for detecting diabetic retinopathy: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Ophthalmology*. 2015; 99(6):823- 831.
- Shiba, T., Inoguchi, T., Deportista, JR., Heath, WF, Bursell, S., Rey, GL.(1993). Correlation of diacylglycerol level and protein kinase C activity in rat retina to retinal circulation. *Am J Physiol*. 1993;265:E783–793

- Shi, L., Wu, H., Dong, J., Jiang, K., Lu, X., y Shi, J. (2015). Telemedicine for detecting diabetic retinopathy: a systematic review and meta-analysis. *The British Journal of Ophthalmology*. 99(6), 823-831. doi:10.1136/bjophthalmol-2014-305631
- Sim DA, Keane PA, Tufail A, Egan CA, Aiello LP, Silva PS. Automated Retinal Image Analysis for Diabetic Retinopathy in Telemedicine. (2015). *Current Diabetes Reports*. 2015; 15: 14. DOI: 10.1007/s11892-015-0577-6
- Silva PS, Cavallerano JD, Haddad NMN, Tolls D, Thakore K, Patel B, Sehizadeh M, Tolson AM, Sun JK, Aiello LP. (2015). Comparison of Nondiabetic Retinal Findings Identified With Nonmydriatic Fundus Photography vs Ultrawide Field Imaging in an Ocular Telehealth Program. *JAMA Ophthalmol*. 2016;134(3):330-334. doi:10.1001/jamaophthalmol.2015.5605
- Silva, P., Cavallerano, J., Tolson, A., Rodriguez, J., Rodriguez, S., Ajlan, R. Aiello, L.P. (2015). Real-Time Ultrawide Field Image Evaluation of Retinopathy in a Diabetes Telemedicine Program. *Diabetes Care*, 38(9), 1643-1649. doi: 10.2337/dc15-0161
- Simó, R., y Hernández, C. (2012). Neurodegeneration is an early event in diabetic retinopathy: therapeutic implications. *British Journal of Ophthalmology*, 96(10), 1285-90. doi: 10.1136/bjophthalmol-2012-302005
- Subsecretaría Redes Asistenciales. (2016). Orientaciones para la Planificación y Programación en Red, página 29. Ministerio de Salud, Chile.
- Soriguer, F., Goday, A., Bosch-Comas, A., Bordiú, E., Calle-Pascual, A., Carmena, R. Vendrell, J. (2012). Prevalence of diabetes mellitus and impaired glucose regulation in Spain: the Di@bet.es Study. *Diabetologia*, 55(1), 88-93. doi:10.1007/s00125-011-2336-9
- Squirrell, D. M., y Talbot, J. F. (2003). Screening for diabetic retinopathy. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 96(6), 273–276.
- Stem, M.S., y Gardner, T.W. (2013). Neurodegeneration in the Pathogenesis of Diabetic Retinopathy: Molecular Mechanisms and Therapeutic Implications. *Current Medicinal Chemistry*, 20(26): 3241–3250.
- Strong K, Wald NJ, Miller A, Alwan A. (2005). Current concepts in screening for noncommunicable disease: World Health Organization Consultation Group Report on methodology of noncommunicable disease screening. *J Med Screen* 2005; 12:12

Tamayo Vivanco, M. A. (2016). Protección de datos personales en la historia clínica. El documento de seguridad en la norma ISO/IEC 27 002.

Telemedicina. (2006). Aplicaciones de telecomunicaciones en salud en la subregión andina. 2a edición. Kroma Ediciones. Bogotá, Colombia.

Télliz, Álvaro. (2006). Atención primaria: factor clave en la reforma al sistema de salud. Facultad de Medicina. Dirección de asuntos públicos, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Terese Winslow, Medical and scientific illustration. (2012). Disponible en:

<http://www.teresewinslow.com/portshow.asp?portfolioid={FDA0DC98-2283-450D-94C5-A4FA803493B5}>

Teruel, C., Fernández-Real, J.M., Ricart, W., Valent, R., y Vallés, M. (2005). Prevalencia de la retinopatía diabética en la población de diabéticos diagnosticados en las comarcas de Girona: Estudio de los factores asociados. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología*, 80(2), 85-91. Recuperado de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-66912005000200006&lng=es

Teus, M.A. (2003). Diabetic retinopathy and its risk factors. *Revista Clínica Española*, 203(6), 267.

The Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. (1997). Report of the expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Mellitus Care*, 20(7), 1183-1197.

Thielmann, K. (2005). Determinantes de salud: potencial investigativo y estratégico de la Medicina General Integral. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 21(5-6). Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252005000500021&lng=es&tlng=es

Thomas RL, Dunstan FD, Luzio SD, Chowdhury SR, North RV, Hale SL, et al. (2015). Prevalence of diabetic retinopathy within a national diabetic retinopathy screening service. *Br J Ophthalmol*. 2015;99(1):64–8.

Ting, D. S. W., Cheung, G. C. M., and Wong, T. Y. (2016) Diabetic retinopathy: global prevalence, major risk factors, screening practices and public health challenges: a review. *Clinical & Experimental Ophthalmology*, 44: 260–277. doi: 10.1111/ceo.12696.

Tudor, S.M., Hamman, R.F., Baron, A., Johnson, D.W., y Shetterly, S.M. (1998). Incidence and progression of diabetic retinopathy in Hispanics and non-Hispanic whites with type 2 diabetes. San Luis Valley Diabetes Study, Colorado. *Diabetes Care*, 21(1), 53-61.

- Tunstall, H.V., Shaw, H., y Dorling, D. (2004). Places and Health. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 58(1), 6-10.
- Turnbull, F., Neal, B., Algert, C., Chalmers, J., Chapman, N., Cutler, J.,...MacMahon, S. (2005). Effects of different blood pressure-lowering regimens on major cardiovascular events in individuals with and without Diabetes Mellitus. *Archives of Internal Medicine*, 165(12), 1410-1419. doi:10.1001/archinte.165.12.1410
- UK Prospective Diabetes Study (UKPDS). (1998). Intensive blood-glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS33). *Lancet* 1998;352:837-53.
- UK Screening Portal. UK National Screening Committee. (2009). Policy Review Process. Programme appraisal criteria. Criteria for appraising the viability, effectiveness and appropriateness of a screening programme [en línea]. UK National Screening Committee; 2009
- Undlien, D.E., Lie, B.A., y Thorsby E. (2001). HLA Complex genes in type 1 diabetes and other autoimmune diseases. Which genes are involved?. *Trends in Genetics*, 17(2), 93-100.
- Valikodath Nita G., Leveque Thellea K., Wang Sophia Y., Lee Paul P., Newman-Casey Paula Anne, Hansen Sean O., and Woodward Maria A. (2016). Telemedicine and e-Health. June 2016, ahead of print. doi:10.1089/tmj.2016.0108.
- Vargas, V., y Juergen, W. (2006). Risk adjustment and primary health in Chile. *Croatian Medical Journal*, 47(3), 459-468.
- Varma, R., Torres, M., Peña, F., y Klein, R. (2004). Prevalence of diabetic retinopathy in adult Latinos: the Los Angeles Latino eye study. *Ophthalmology*, 111(7), 1298 – 1306.
- Vaziri, K., Moshfeghi, D., y Moshfeghi, A. (2015). Feasibility of Telemedicine in Detecting Diabetic Retinopathy and Age-Related Macular Degeneration, *Seminars in Ophthalmology*, 30(2), 81-95. doi: 10.3109/08820538.2013.825727
- Vera, G. M. (2013). Approaching visual disability in the Americas in the context of international health. *Revista Cubana de Salud Pública Internacional*; 3(1).
- Vega S, Jorge. (2014). Cuando una persona desea ver a un médico ¿Pide hora o pide minutos?. *Revista médica de Chile*, 142(4), 542-543. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872014000400023>
- Vega, J. Jadue, L, Escobar, J. Jalil, F. Espejo, I. Delgado, et al. (1999). Prevalencia de hipertensión arterial en Valparaíso. Resultados de la encuesta de base del programa CARMEN

- Villar, E. (2007). The Social Determinants of Health and the Struggle for Health Equity: challenges for States and civil society. *Saúde Soc. São Paulo*, 16(3), 7-13.
- Villena, J., Yoshiyama, C., Sánchez, J., Hilario, N., y Merin L. (2011). Prevalence of diabetic retinopathy in Peruvian patients with type 2 diabetes: results of a hospital-based retinal telescreening program. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 30(5), 408-414. doi: 10.1590/S1020-4989201100110
- Vleming, E.N., Castro, M., López-Molina, M., y Teus, M. (2009). Use of non-mydríatic retinography to determine the prevalence of diabetic retinopathy in diabetic patients. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología*, 84(5), 231-236.
- Vleming, E.N., Pastor, B., Castro, M., y Teus, M. (2008). Detección temprana de retinopatía diabética mediante funduscopia con cámara no midriática. *Jano*, 1.705, 24-29. Recuperado de <http://www.jano.es/ficheros/sumarios/1/0/1705/24/00240029-LR.pdf>
- Vujosevic, S., Benetti, E., Massignan, F., Pilotto, E., Varano, M., Cavarzeran, F.,...Midena, E. (2009). Screening for Diabetic Retinopathy: 1 and 3 nonmydríatic 45-degree digital fundus photographs vs 7 standard Early Treatment Diabetic Retinopathy Study fields. *The American Journal of Ophthalmology*, 148(1), 111–118. doi: 10.1016/j.ajo.2009.02.031
- Wharton - Jones, T. (1854). Report on the Ophthalmoscope. *Chronicle of Medical Science*.
- West SK, Klein R, Rodriguez J, Munoz B, Broman AT, Sanchez R et al. (2001). Diabetes and diabetic retinopathy in a Mexican-American population: Proyecto VER. *Diabetes Care* 2001; 24: 1204–1209.
- Wild, S., Roglic, G., Green, A., Sicree, R., y King, H. (2004). Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care*, 27(5), 1047-53.
- Wilkinson, C.P., Ferris, F.L. 3rd, Klein, R.E., Lee, P.P., Agardh, C.D., Davis, M., y Verdaguer, J.T. (2003). Proposed international clinical diabetic retinopathy and diabetic macular edema disease severity scales. *Ophthalmology*, 110(9), 1677-1682.
- Williams, G. (1994). Management of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *The Lancet*, 343(8889), 95–100.
- Williams, G.A., Scott, I.U., Haller, J.A., Maguire, A.M., Marcus, D., y McDonald, H.R. (2004). Single-field fundus photography for diabetic retinopathy screening: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*, 111(5), 1055-1062. doi: 10.1016/j.ophtha.2004.02.004

- Willis, D.M. (1965). Some observations of blind nursery school children's understanding of their world. *The Psychoanalytic Study of the Child*, 20, 344-64.
- Wilson JMG, Jungner G. (1968). Principles and practice of screening for disease. Geneva: WHO; nº 34.
- Yen M, Ausayakhun S, Chen J, Ausayakhun S, Jirawison C, Heiden D, et al. (2014). Telemedicine diagnosis of cytomegalovirus retinitis by nonophthalmologists. *JAMA Ophthalmology*. 2014;132(9):1052-8
- Yki-Järvinen, H. (1994). Pathogenesis of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *The Lancet*, 343(8889), 91–95.
- World Health Organization. (1999). Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: Diagnosis and classification of diabetes mellitus. Recuperado de http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/66040/1/WHO_NCD_NCS_99.2.pdf
- World Health Organization. (2006). Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycaemia. Recuperado de http://www.who.int/diabetes/publications/diagnosis_diabetes2006
- World Health Organization. Global initiative for the elimination of avoidable blindness: action plan 2006-2011 Geneva: WHO; 2007.
- World Health Organization. Action plan for the prevention of avoidable blindness and visual impairment 2009 – 2013. Geneva: WHO. 2010.
- Xie, J., Arnold, A.-L., Keefe, J., Goujon, N., Dunn, RA, Fox, S. y Taylor, HR (2011), la prevalencia de la diabetes y la percepción subjetiva de la retinopatía diabética en indígenas los australianos: la Encuesta Nacional de Salud de los ojos indígena. *Clinical & Experimental Ophthalmology*, 39: 487-493. doi: 10.1111 / j.1442-9071. 2011.02502.x
- Yunda Perlaza, L. (2015). Telesalud e Informática médica.
- Zhang, S. Wang, J. Song, Ch. Zhu, L. Yu, Y. (2016). Lower prevalence of proliferative diabetic retinopathy in elderly onset patients with diabetes, *Diabetes Research and Clinical Practice*, Available online 21 September 2016, ISSN 0168-8227, <http://dx.doi.org/10.1016/j.diabres.2016.09.009>

Zimmer-Galler, I.E. (2006), "Teleophthalmology Assessment of Diabetic Retinopathy", en Yogesan, K. y otros (Eds.) Teleophthalmology, First Edition. Berlin, Germany: Springer-Verlag

Zong, H., Ward, M. & Stitt, AW Curr Diab Rep (2011) 11: 244. doi: 10.1007 / s11892-011-0198-7.

8 ANEXOS

CONSENTIMIENTO INFORMADO EXAMEN DE RETINOPATÍA DIABÉTICA

En Arica

Don (A) mayor de edad, con C. Identidad:

Hago constar que el T.M. Cristian Chávez Pizarro, me ha informado satisfactoriamente acerca de la naturaleza y propósitos de este procedimiento.

Comprendo que el examen de Retinografía consiste en la captura de imágenes de mi fondo de ojo. Comprendo que hay riesgos si es necesario dilatar la pupila con un fármaco midriático aunque el procedimiento complementario de tonometría aplanática posterior a la dilatación pesquiza el aumento de la Presión Intraocular producto de la midriasis, lo que evita la posibilidad de que se produzca un daño mayor.

No se conocen científicamente complicaciones que deriven del procedimiento de Retinografía no midriática.

Doy mi consentimiento para que se me realice este examen y se capturen las imágenes que sean necesarias para que luego el Médico especialista realice el diagnóstico. Acepto acudir nuevamente a un examen presencial si es necesario y entiendo que será mi responsabilidad acudir.

Doy mi consentimiento para que en el examen participen estudiantes en período de formación, Médicos o Tecnólogos Médicos de Oftalmología y para que pueda asistir como observador otro personal autorizado. También doy mi consentimiento para que puedan grabar videos que posteriormente podrán ser vistas por personal en formación de éste u otro hospital o centro oftalmológico. También doy mi consentimiento para participar del estudio sobre aspectos epidemiológicos, cambios anatomofuncionales post examen y resultados frente a distintas técnicas de diagnóstico presencial o con uso de telemedicina. Debe cumplirse el no emplear ni el nombre del paciente ni el de su familia para identificar las fotos o videos y que su uso se limitará a propósitos didácticos.

Firma del paciente o familiar

Firma del médico